

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра лесных культур и мелиораций

А.С. Чиндяев

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ  
МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ:  
БОЛОТНЫЕ ЛЕСА И ИХ МЕЛИОРАЦИЯ**

Методические указания  
к изучению дисциплины «Гидротехнические мелиорации лесных земель»  
для студентов очной и заочной форм обучения  
по специальностям 250201 «Лесное хозяйство»,  
250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство»,  
250100 «Лесное дело»

Екатеринбург  
2010

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛХФ.  
Протокол № 7 от 16.10.2009 г.

Рецензент кандидат с.-х. наук доцент кафедры лесных культур и мелиораций  
М.А. Маевская

Редактор К.В. Корнева  
Компьютерная верстка Н.В. Терещенко

---

Подписано в печать 30.09.10		Поз. 62
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 50 экз.
Заказ №	Печ. л. 3,02	Цена 14 руб. 92 коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	4
ГЛАВА I. ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЙ ФОНД СТРАНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ОСВОЕН .....	5
ГЛАВА II. КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ. ТИПЫ ЗАБОЛОЧЕННЫХ И БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ .....	10
ГЛАВА III. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМА ПОЧВЕННО-ГРУНТО- ВЫХ ВОД БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ .....	24
ГЛАВА IV. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТ- ВА ТОРФОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БОЛОТ .....	28
ГЛАВА V. ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЛИО- РАЦИИ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ .....	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	46

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Цель создания данных методических указаний обусловлена рядом причин. Это недостаточность информации в базовом учебнике Б.В. Бабикова «Гидротехнические мелиорации лесных земель» (2005). Многие вопросы данной проблемы на сегодня должны решаться по иному, нежели раньше.

Остальная литература по данному вопросу опубликована в других многочисленных изданиях. Она часто труднодоступна, что не позволяет в полной мере изучить данную дисциплину.

Наряду со сказанным, особенно в последние годы, часто меняется нормативная база, что вызывает необходимость глубокого изучения и научной литературы, и современного ведения лесного хозяйства на мелиорированных площадях.

Все сказанное побудило нас восполнить данный пробел изданием этих методических указаний.

Полагаем, что приведенный в указаниях материал будет полезен и востребован студентами при изучении данной дисциплины.

# ГЛАВА I. ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЙ ФОНД СТРАНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ОСВОЕНИЯ

Знание истинных размеров гидролесомелиоративного фонда и вида его использования необходимо для научного прогнозирования, для различных видов планирования, проектирования и строительства осушительных систем.

Учет гидролесомелиоративного фонда (ГЛМФ) проведен институтом «Союзгипролесхоз» на всей лесной территории СССР с севера по границе между северной тайгой и лесотундрой, с юга – по границе лесостепи (с заболоченностью лесного фонда более 5 %), проходящей в районе Алтайского края по государственной границе СССР.

В связи с тем, что ГЛМФ учитывался только на территории гослесфонда СССР, общая площадь его во всех лесах СССР получена путем пересчета пропорционально площади лесного фонда. В результате получены следующие цифры:

Предполагаемая общая площадь ГЛМФ в лесах СССР	224996,2 тыс. га
Эта же площадь округленно, с учетом точности работ	245 + 50 млн га
Общая площадь ГЛМФ в лесах гослесфонда СССР	228695,7 тыс. га
Эта же площадь округленно, с учетом точности работ	230 + 45 млн га

В дальнейшем изложении при характеристике гидролесомелиоративного фонда СССР будем оперировать фактически учтенной площадью 228695,7 тыс. га, так как именно на эту площадь имеется фактическое распределение по категориям земель и типам лесорастительных условий. Распределение этой площади по категориям земель приведено в табл. 1 (дается в сокращении).

Общая площадь болот страны составляет 110659 тыс. га. Такими огромными площадями болот не располагает ни одна страна мира. Что касается заболоченности страны, то она выглядит довольно скромно (табл. 2) и составляет всего 5 %.

Распределение покрытой лесом площади ГЛМФ по типам условий местопроизрастания показывает, что в целом по СССР на долю заболоченных сосняков приходится 34,6 % покрытых лесом площадей, достигая максимума в прибалтийских республиках, Центральном и Северо-Западном районах, а минимума – в Центрально-Черноземном районе и Поволжье.

Таблица 1

**Распределение гидrolесомелиоративного фонда (ГЛМФ)  
в лесах гослесфонда по категориям земель, тыс. га**

Республика, район	Площадь лесов гослес- фонда	Гидролесо- мелиоративный фонд	Распределение ГЛМФ			
			покрытый лесом	не по- крытый лесом	болота	сенокосы и пр.
СССР	1047993,5	228695,7	111474,6	5794,6	110659,0	767,5
РСФСР	1032599,1	224311,0	108499,6	5667,0	109531,3	613,1
В том числе: Волго- Вятский район	11369,5	2874,2	2348,2	237,6	178,6	109,8
Поволжский район	9218,9	158,6	81,9	4,8	25,7	46,2
Уральский район	30010,8	8122,0	5368,9	230,5	2493,7	28,9
Дальнево- сточный район	500374,1	78537,5	28134,5	153,2	50090,7	159,1

Таблица 2

**Площадь болот различных стран мира**

Страны	Площадь болот, млн га	Площадь болот в % к площади страны
СССР	110,7	5,0
Финляндия	9,7	31,9
Канада	9,5	9,0
США	8,0	1,0
Швеция	6,0	15,0
Польша	4,0	10,0
Норвегия	3,0	9,7
ГДР и ФРГ	2,1	5,9
Англия	1,6	9,4
Ирландия	1,2	17,0
Испания	1,0	9,7
Прочие страны	32,4	—

Распределяется площадь по типам в целом по СССР следующим обра-  
зом (тыс. га):

Верховые	36611,7	33,2 %
Переходные	16450,5	14,5 %
Низинные	57596,8	52,3 %

С точки зрения возможности освоения, экономической эффективности, организации работ, сохранения естественной природы рек – реакционных территорий и охраны ценных природных комплексов осушать весь ГЛМФ нецелесообразно. Поэтому для выделения гидролесомелиоративного фонда в гослесфонде СССР, целесообразного для осуществления, были введены ограничения по степени заболоченности, принадлежности к торфяному фонду и верховым болотам, принадлежности к специальным участкам (заповедникам, заказникам, охотхозяйствам, рекреационным территориям, зонам сбора питательных и лекарственных растений, зонам питания ценных источников и т.д.) относительной продуктивности усущенных насаждений. В результате учета этих ограничений, площадь, целесообразная для осушения в ближайший период, определена в размере 38 млн га.

Примерный баланс ГЛМФ в гослесфонде СССР можно охарактеризовать следующими цифрами (млн га):

ГЛМФ в гослесфонде	229
Торфяной фонд	43
Спец. неосушаемые участки	58
ГЛМФ осушенный	2
ГЛМФ, выходящий за пределы зон целесообразного осушения	88
ГЛМФ, целесообразный для осушения	38

ГЛМФ гослесфонда СССР, целесообразный для осушения, распределяется по трем зонам, расположенным в порядке очередности и важности проведения гидролесомелиоративных мероприятий следующим образом (млн га):

Европейская зона	23
Урало-Западно-Сибирская зона	11
Дальневосточная зона	4

Эти зоны различаются размером и основным направлением лесосушительных работ. В европейской зоне осушение должно иметь как лесохозяйственное, так и лесопромышленное направление (в основном в Северо-Западном и Волго-Вятском экономических районах).

В Урало-Западно-Сибирской зоне должно преобладать лесопромышленное направление, а также осушение зеленых и пригородных зон вокруг развивающихся промышленных и агропромышленных центров.

В дальневосточной зоне лесосушение должно сыграть в основном вспомогательную защитную роль в зонах сельскохозяйственного осушения и размещения крупных населенных пунктов.

В Урало-Западно-Сибирской зоне основная площадь ГЛМФ приходится на долю Свердловской области (табл. 3).

Таблица 3

**Гидролесомелиоративный фонд некоторых областей  
Урало-Западно-Сибирской зоны, тыс. га (по Е.Д. Сабо и др., 1981 г.)**

Области, республики	Гидролесомелиоратив- ный фонд ГЛМФ		Распределение ГЛМФ в ГЛФ по категориям площадей			Заболочен- ность лесного фонда, %
	общий	в ГЛМФ	леса	боло- та	сенокосы и паст- бища	
Свердловская	6403,0	5572,1	3511, 9	2043,9	16,3	40,5
Удмуртская АССР	204,0	160,7	152,4	7,2	1,1	10,0
Пермская	2188,0	1917,5	1609, 7	302,1	5,7	18,4
Челябинская	242,0	204,6	166,6	33,1	4,9	8,1

Свердловская область (площадь 1993,3 тыс. км<sup>2</sup> или 19 млн 330 тыс. га) выглядит на карте неправильным треугольником (рис. 1), северная вершина которого лежит почти на 62-й (истоки р. Лозьвы под 61°55 с.ш.), а южная сторона вдоль 56-й параллели. Вытянутость в меридиональном направлении более чем на 600 км – одна из причин того, что на территории области представлены все основные подзоны лесной (таежной) зоны (северотаежная, среднетаежная, южнотаежная и подзоны смешанных хвойно-широколиственных в западной и сосново-березовых лесов в восточной части), а также северная подзона лесостепной зоны.

Общая лесная площадь составляет 15527 тыс. га, или 81 % от общей площади области. Лесистость района равна 62,7 %. Однако облесенность весьма различна. Север и северо-восток Свердловской области, а также горная полоса Северного и Среднего Урала имеют лесистость более 62 %. К юго-востоку от горной полосы лесистость снижается до 60–35 %. Пониженной лесистостью по сравнению с окружающими пространствами выделяются зоны всех крупных городов (пригороды Свердловска – 38 %, соседние – 45–72 %). Около 15 млн га лесов области относятся к государственному лесному фонду.

Второе место по ландшафтообразующему значению в Свердловской области принадлежит болотам и заболоченным землям, представленным разнообразными группировками: низинными, переходными и верховыми, облесенными и безлесными, с маломощными и глубокими залежами торфа.

По данным «Союзгипролесхоза» (Сабо и др., 1981), болота и заболоченные земли в области занимают 5,6 млн га (5572,1 тыс. га), т.е. 29 % площади лесов области.



В границах гослесфонда на долю безлесных болот и сенокосов приходится более 2 млн га (2043,5 тыс. га) и на избыточно увлажненные заболоченные и болотные леса 3,1 млн га (3144,6 тыс. га).

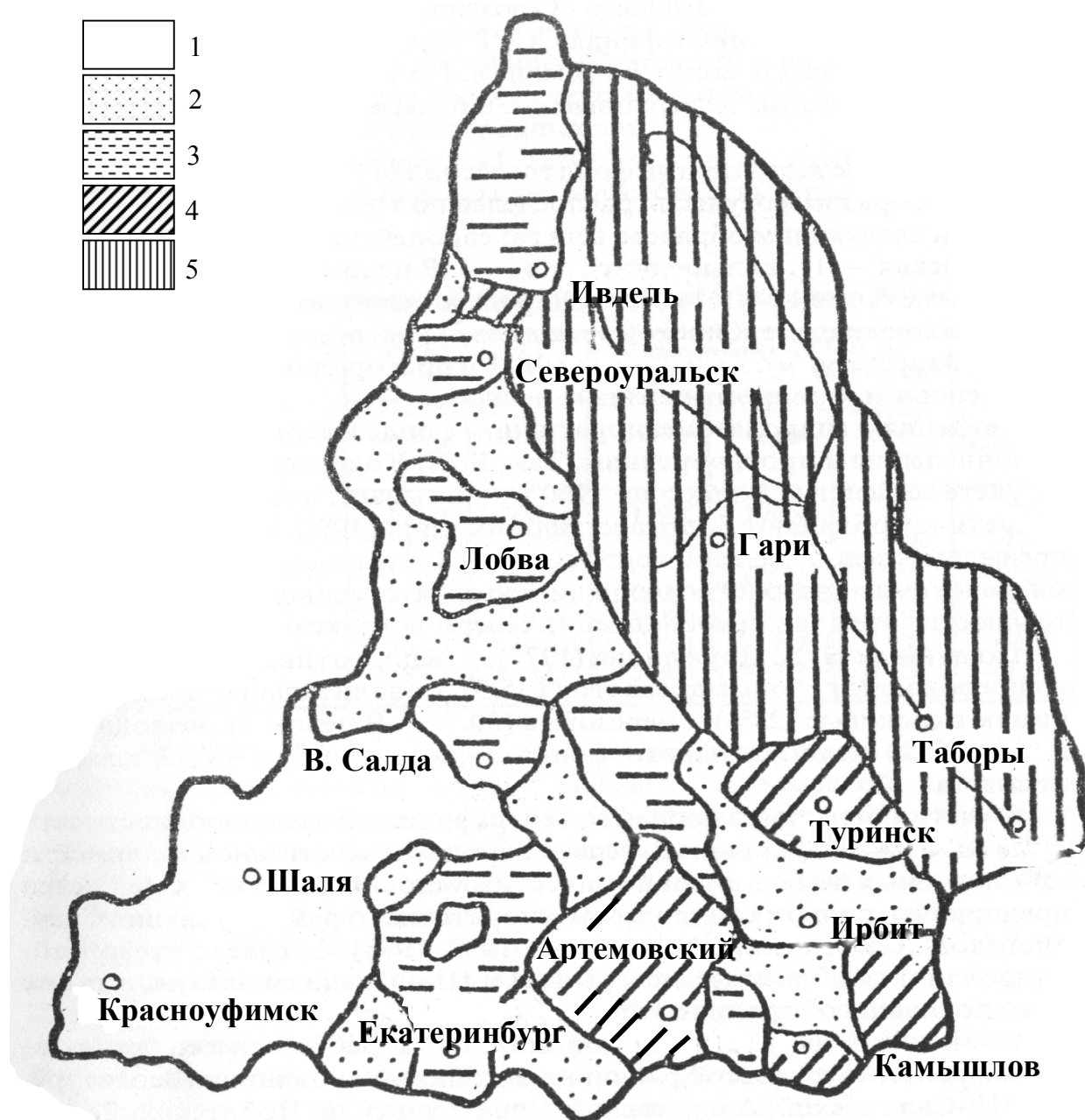


Рис. 1. Заболоченность государственного лесного фонда Свердловской области (в % к общей площади; по Б.П. Колесникову, 1969):  
1 – менее 2; 2 – от 2 до 5; 3 – от 6 до 10; 4 – от 11 до 20; 5 – от 21 до 37

Таким образом, в государственном лесном фонде имеется почти 5,2 млн га (5188 тыс. га) болот и заболоченных земель, т.е. 34,5 % территории переувлажнена.

Заболоченность области крайне неравномерна (см. рис. 1). Резко выделяются очень умеренной заболоченностью горная расчлененная полоса Урала, в пределах которой процент болот в составе лесного фонда колеблется от 6 на Северном Урале до 2–0,1 в пределах Среднего Урала. Столь же мало заболочены западные предгорья Среднего Урала, и особенно Уфимское плато. Более обширные площади заняты болотами на восточных предгорьях Среднего Урала, где они приурочиваются к меридиональным депрессиям. Но общая заболоченность и здесь в среднем равна всего 5–6 %. Зато сильной заболоченностью характеризуется вся Зауральская равнина, в пределах которой на долю болот от общей площади лесного фонда приходится в южной части 10–12 % и почти 30 % в северной. Особенно выделяются Лозьво-Пелымское и Тавдинско-Кондинское междуречья, где расположены огромные по площади и труднодоступные торфяники. Высокие проценты болот имеют равнинная залозьвинская часть Ивдельского лесхоза (21), Гаринский (31), Таборинский (36), Верхнетавдинский (36,8) лесхозы. Здесь же велико участие в составе покрытой лесом площади заболоченных лесов низкой производительности (10).

## **ГЛАВА II. КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ. ТИПЫ ЗАБОЛОЧЕННЫХ И БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ**

Болото, как любой другой природный ландшафт, развивается при тесном взаимодействии и взаимообусловленности всех его компонентов (растительности, почвенно-гидрологических условий, рельефа, климата, животного населения и т.д.). В связи с этим болота, различающиеся, например, по составу растительности, отличаются и по ряду других биогеоценотических признаков. Основная роль в биогеоценотических взаимосвязях на болоте наряду с избытком воды принадлежит водно-минеральному питанию, т.е. количеству минеральных солей, растворенных в воде, поступающих с ней на болото.

Все природное разнообразие питающих болото вод по степени минерализации принято делить условно на три типа (категории) водно-минерального питания: богатый (евтрофный), бедный (олиготрофный) и средний (мезотрофный). Эти типы водного питания по происхождению (источнику избытка воды) называют также грунтовой, атмосферной и атмосферно-грунтовой. Практически принадлежность болота к тому или иному типу водного-минерального питания устанавливается не прямыми химическими анализами воды, а по растительности, отражающей степень минерализации болотных вод, богатство водного питания, т.е. трофность условий местопроизрастаний.

Если в воде содержится много минеральных веществ, особенно солей кальция, то происходит нейтрализация обычно кислой реакции среды, соз-

дается благоприятная обстановка для почвенных микробов, в результате откладываются более гумусированные, высокозольные, потенциально плодородные торфы. В этих условиях произрастает требовательная к минеральному питанию *евтрофная растительность* (осоки, тростник, хвощи, гипновые мхи, черная ольха, ель, ивы, папоротники, болотное и лесное разнотравие). Болота и торфяники в таких случаях называют *евтрофными*. Их же называют еще и *низинными*, поскольку они часто расположены в пониженных элементах рельефа, имеют плоскую или вогнутую форму поверхности.

При крайне слабой минерализации вод, питающих болото, например при атмосферном их происхождении, создаются почвенные условия очень бедные зольной пищей, с кислой реакцией среды. В этих условиях могут произрастать только *олиготрофные* фитоценозы с участием сфагновых мхов, сосны, болотных кустарничков, пушицы и некоторых других растений. Такие болота, а также образуемые ими торфяники называются олиготрофными. Они имеют обычно выпуклый профиль и расположены на возвышенных элементах рельефа, поэтому их называют также *верховыми* болотами.

Промежуточное место по условиям водно-минерального питания между евтрофными и олиготрофными болотами занимают мезотрофные болота, на которых растительность образована видами сравнительно нетребовательными к богатству почвенных условий.

Все природное разнообразие болот в настоящее время принято классифицировать на основе экологического принципа, признаваемого в нашей стране наиболее обоснованным. Согласно этому принципу заболоченные и болотные леса классифицируются с учетом типа водно-минерального питания и обилия увлажнения, которые определяют и среду существования для той или иной болотной растительности. Так как растительность служит средством установления типа болот, то такие классификации называются эколого-фитоценоотическими. Примером такой классификации болот является классификация, приведенная в табл. 4.

Касаясь вопроса отнесения болот к тому или иному типу по богатству его торфов, следует сказать, что в настоящее время в этом плане не установлено строгих границ. В связи с этим отдельные типы болот характеризуются довольно широкой амплитудой колебаний и зольности торфов и напочвенного покрова и других признаков.

Однако точное установление типа болота позволяет судить о целесообразности осушения заболоченных лесов, что важно при проектировании лесосушительных мероприятий.

Из многих предложений по классификации торфов наиболее приемлемой мы считаем классификацию Н.И. Пьявченко (1972), дающую объективные критерии типов торфа: олиготрофного, мезотрофного, евтрофного,

гипертрофного и следующих таксонов более низкого ранга – подтипов или групп (рис. 2).

Таблица 4

Классификация болот (болотных фитоценозов) по С.Н. Тюремному, 1949 г., К.Е. Иванову, 1957 г.

Тип водного питания (тип растительности)	Зольность субстрата, %	Кислотность субстрата, рН	Подтипы болот						
			слабоувлажненные (лесные)	среднеувлажненные (лесотопяные)		сильноувлажненные (топяные)			
Группы болот									
древесные	древесно-травяные	древесно-моховые	травяные	травяно-моховые	моховые	комплексно-моховые			
Низинный (евтрофный)	5–18	5,5–7,5	Ольшаники	Древесно-осоковые	Древесно-осоково-гипновые	Хвощевые	Осоково-гипновые низинные	Гипновые низинные	Низинные
			Березняки	Древесно-тростниковые	Древесно-осоково-сфагновые	Тростниковые	Осоково-сфагновые низинные	Сфагновые низинные	Грядово-мочажинные
			Ельники, сосняки низинные	—	—	Тростниково-осоковые	—	—	—
			Ивняки низинные	—	—	Осоковые	—	—	—
Переходный (мезотрофный)	4–5	4,5–5,5	Древесные переходные	Древесно-осоковые переходные	Древесно-сфагновые переходные	Осоковые переходные, Шейхцери-вые переходные	Осоково-сфагно-переходные	Гипновые переходные Сфагновые переходные	Аапа-болота
Верховой (олиготрофный)	2–4	3,5–4,5	Сосново-кустарничковые	Сосново-кустарничковые	Сосново-сфагновые	Пушицевые	Пушицево-сфагновые	Фускум-болота, сфагново-кустарничковые с угнетенной сосной	Грядово-мочажинные, грядово-озерковые, озерково-мочажинные, островково-мочажинные

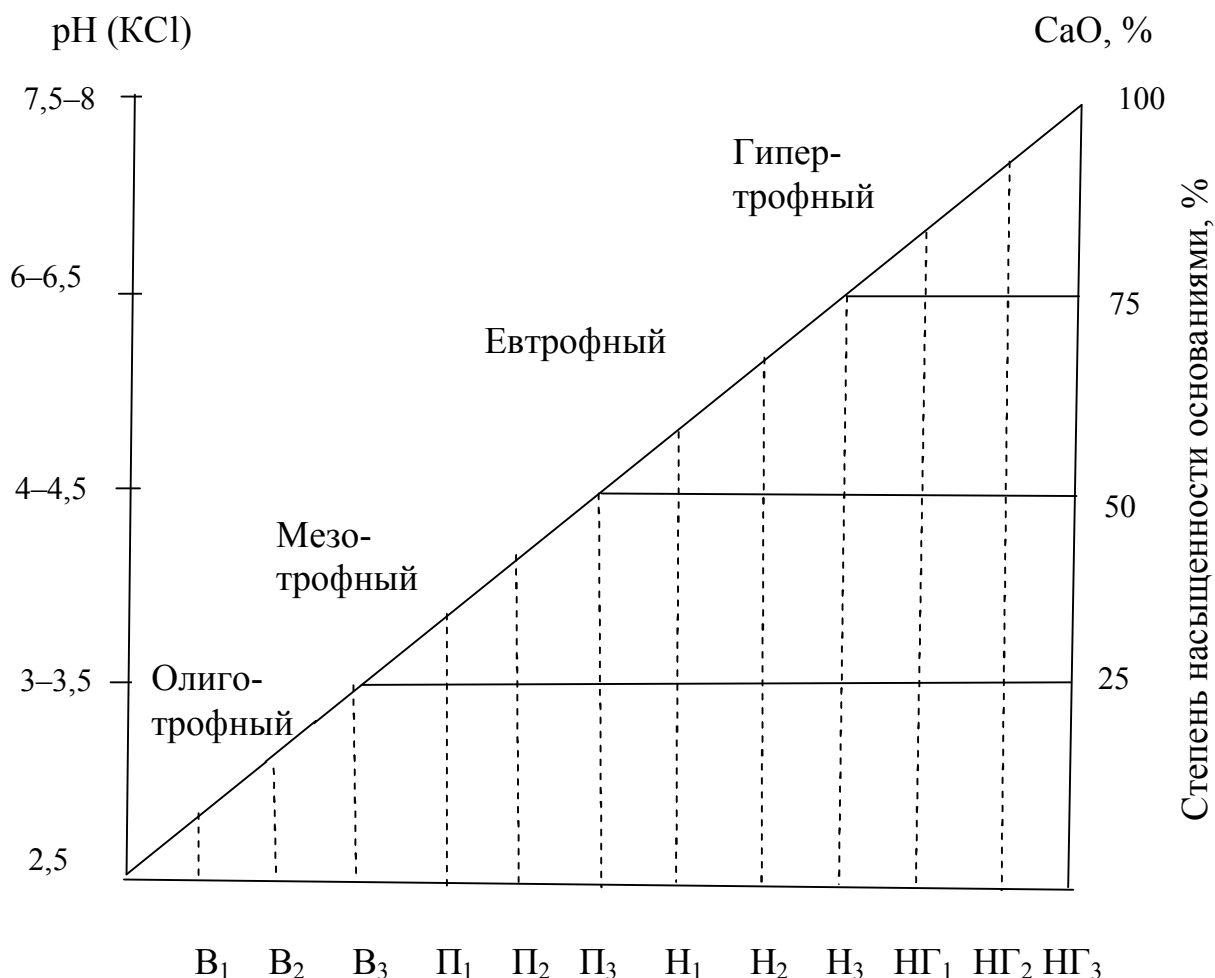


Рис. 2. Химическая основа классификации торфов

V<sub>1</sub> – верховой дистрофный; V<sub>2</sub> – верховой; V<sub>3</sub> – верховой, близкий к переходному; П<sub>1</sub> – переходный, близкий к верховому; П<sub>2</sub> – переходный; П<sub>3</sub> – переходный, близкий к низинному; Н<sub>1</sub> – низинный гипертрофный; Н<sub>2</sub> – низинный евтрофный; Н<sub>3</sub> – низинный, очень богатый; НГ<sub>1</sub> – низинный субгипертрофный; НГ<sub>2</sub> – низинный гипертрофный; НГ<sub>3</sub> – низинный ультрагипертрофный

Здесь объективными критериями служат величины pH солевой вытяжки, общее содержание СаО и степень насыщенности поглощающегося комплекса торфа обменным кальцием и магнием. Вследствие этого сущность верхового, переходного и низинного применительно к болоту в биогеоценоотическом смысле, к типу торфа и торфяной залежи выявляется вполне отчетливо.

Типы болот не являются неизменными. Они рассматриваются во времени как стадии развития единого болотообразовательного процесса, в котором начальный, евтрофный тип сменяется на мезотрофный, а затем на олиготрофный. Этот автогенез обусловлен тем, что по мере напластования торфа верхние слои болота выходят из сферы питания их грунтовыми водами, а доля атмосферного источника увлажнения увеличивается.

Однако длительность евтрофной или мезотрофной стадии может быть различной, что зависит от исходных условий минерального питания. Поэтому торфяная залежь может быть сложена разными по мощности напластованиями торфов только евтрофных, или мезотрофных, или в равном соотношении всех типов, включая и олиготрофный. Следовательно, в каждый данный момент независимо от характера торфяных напластований тип болота отражает лишь самый верхний слой торфяника, являясь, таким образом, не более чем современной стадией развития болота.

Лесным болотам в общей классификации болот (см. табл. 2) отведена подгруппа, характеризующаяся сравнительно меньшим избыточным увлажнением. Хотя лесная растительность на болотах действительно возникает в условиях относительно лучшего дренажа, тем не менее болотные леса существенно неоднородны по степени избытка влаги. Если учесть, что разные болотные леса еще к тому же характеризуются разным богатством почвы (минеральным режимом водного питания), то станет понятным большое разнообразие болотных типов леса и лесных ассоциаций, которое совершенно не раскрывается названием лесных болот только по древесным породам.

Для большинства советских классификаций характерно, что они сохраняют деление болот на три основные типа минерального питания – евтрофный, мезотрофный и олиготрофный с одновременным учетом принципов эдафифитоценологических схем В.Н. Сукачева. При этом тип леса понимается как тип биогеоценоза, а его название складывается из древесной породы – главного эдификатора и доминантных растений нижних ярусов лесоболотного фитоценоза.

Наиболее полная классификация заболоченных и болотных лесов предложена Н.И. Пьявченко (1972) (табл. 5). Приведенные в характеристике сведения о глубине грунтовых вод весьма приблизительны, так как основаны на кратковременных наблюдениях, но они помогают лучше представить природу разных типов леса. В большинстве случаев в каждой группе типов леса отдельные типы расположены по убыванию потенциального плодородия и по возрастанию степени увлажнения.

Черноольховые леса занимают среди всех избыточно увлажненных лесов самые богатые условия местопроизрастаний с самыми плодородными почвами. Черноольшаники сосредоточены более всего в центральных (29 %) и северо-западных (8 %) районах РФ, в Белоруссии (24 %), на Украине (11 %), Урале (10 %) и в прибалтийских республиках (8 %).

Почвенно-экологический оптимум черной ольхи характеризуется проточным, умеренно избыточным увлажнением, поэтому не все черноольшаники следует подвергать осушительной мелиорации. В табл. 5 включены лишь наиболее избыточно увлажненные типы черноольховых лесов II–III класса бонитета, которые рекомендуются для осушения. В этих лесах после мелиорации хозяйство может вестись, как на ольху, так и на более ценные древесные породы.

Таблица 5

## Краткая характеристика заболоченных и болотных лесов

Тип минерального питания	Группа типов леса	Тип леса	Местоположение	1. Почва 2. Микрорельеф 3. Уровень почвенно-грунтовых вод, см	1. Древостой 2. Подлесок 3. Напочвенный покров	Класс бонитета	
						до осушения	после осушения
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Евтрофный (грунтовый)	1. Черноольшаники болотно-травяные	Черноольшаник таволговый	Плоские, со слабым уклоном участки, поймы рек	1. Торфянисто- и торфяно-глеевая, торфяная. 2. Крупные кочки высотой до 50–70 см. 3. Средний уровень от 30 до 40 см	1. 8 – 100 л., до 2Б, до 1Е. 2. Смородина черная, малина, крушина. 3. Таволга, крапива, папоротник, осока, лютик, паслен, подмаренник	II	I–Ia
		Черноольшаник осоково-болотно-папоротниковый	Плоские понижения с малым уклоном, глубокие лощины рек	1. То же. 2. Крупные кочки высотой 80–100 см. 3. Весной от +20 до +60 см, летом от 30 до -50 см; в среднем от -20 до -30 см	1. 7 – 100 л., до 3Б, до 1Е. 2. Крушина, рябина, черная смородина, ива. 3. Щитовник болотный, осока, паслен, подмаренник, камыш, тростник, таволга, белокрыльник	II	I–Ia
		Черноольшаник ивняковый	Глубокие западины, обширные междуречные пространства при слабом расчленении рельефа	1. То же. 2. Крупные кочки выше 100 см. 3. Весной – от +30 до +80 см, летом 0–100 см	1. 5 – 100 л., до 5Б, до 1Е. 2. Ива, крушина, смородина черная. 3. Щитовник болотный, осока, сабельник, наумбургия, вахта, вейник, хвощ, лютик, белокрыльник	III	I–Ia



Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
I. Евтрофный (грунто-вый)	2. Ельники болотно-травяные	Ельник зеленомошно-травяной	Пониженные проточные котловины, поймы, пологие террасы вдоль ручьев и ложбин	1. То же. 2. Кочковатый. 3. Летом от -50 до -60 см	1. 9 – 100 л., до 1Б. 2. Рябина, крушина, черемуха, козья ива, жимолость, волчье лыко, смородина черная. 3. Травы: борец, осот, гравилат, таволга, сныть, кислица, папоротник, фиалка, копытень и др. Покрытые зелеными мхами до 90 %, сфагновыми – до 10–20 %	IV–III	Ia
		Ельник болотно-травяной	Пониженные слабопроточные котловины, замкнутые понижения на террасах, окрайки переходных болот	1. Торфяная, реже торфяно-глеевая. 2. Кочковатый. 3. Летом от -30 до -35 см	1. 7 – 9Е, до 3Б. 2. Рябина, козья ива, крушина, можжевельник. 3. Травы: гравилат, осот, борец, осока, хвощ, щитовник болотный. Покрытые зелеными лесными 40–60 %, сфагновыми мхами – 15–40 %	Va	I–Ia
		Ельник сфагново-травяной		1. То же. 2. Кочковатый. 3. Летом от -15 до -25 см	1. 7 – 9Е, до 3Б. 2. Козья ива, можжевельник, крушина. 3. Травы: (менее обильные, чем в предыдущем типе) гравилат, луговая герань, майник, хвощ, сабельник. Мхи (почти сплошь) 70–80 % сфагновые, зеленые лесные и болотные мхи 30–20 %	Va	I–II

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
I. Евтрофный (грунто-вый)	3. Кедровники болотно-травяные	Кедровник болотно-травяной	Пониженные проточные и слабопроточные котловины, понижения на террасах, окрайки переходных болот. Долины рек, подножья склонов	1. Торфяная. 2. Кочковатый. 3. Нет данных	1. 6 – 9 Кд., С, до 2Б+Лц, С+Пх. 2. Рябина, жимолость, черемуха. 3. Нет данных	IV–V	I–II
	4. Лиственничники болотно-травяные	Лиственничник осоковый		1. Торфянисто-глеевая. 2. Мелкокочковатый. 3. Нет данных	1. 10 Лц. д. 2. Жимолость, ива ушастая и др. 3. Травы: осока, вейник, пушица, багульник, голубика, хвощ лесной. Мхи (развиты слабо), преимущественно сфагновые	V	–
		Лиственничник вейниковый		1. Торфянисто-глеевая. 2. Мелкокочковатый. 3. Нет данных	1. До 10 Лц, д. до +Ол+Е. 2. Ива ушастая, спирея иволистная. 3. Травы: лангдорфа, осока, дудник, папоротники, подмаренник, валериана и др. Мхи (покрытие до 30 %) евтрофные сфагновые и зеленые болотные и лесные	IV	–

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
18 I. Евтрофный (грунтовый)	5. Сосняки болотно-травяные	Сосняк осоково-тростниковый	Пониженные элементы рельефа – основания склонов в котловинах, на водоразделах, окрайки переходных болот	1. Торфяная. 2. Кочковатый, сильно выраженный. 3. Летом от 0 до -10 см	1. До 10С, до 1-2Е, Б. 2. Можжевельник, козья ива, крушина, черемуха, жимолость, серая ольха. 3. Травы: (сплошь) тростник, осока, таволга, вейник ланцетный, гравилат, вахта, брусника. Мхи (по кочкам) зеленые, лесные, сфагновые	IV–V	I–II
		Сосняк болотно-травяной		1. То же. 2. Кочковатый. 3. Летом от -20 до -30 см	1. 7-8С, до 3Б-Е. 2. То же. 3. Травы: таволга, герань, осоки, папоротники. Мхи (развиты слабо) зеленые, лесные	IV	I–II
		Сосняк сфагново-травяной		1. Торфяная. 2. Мелкокочковатый. 3. Нет данных	1. До 8-10С, до 2Б или Е. 2. То же. 3. Сильное развитие сфагновых евтрофных мхов	IV–V	II–(III)
	6. Березняки болотно-травяные	Березняк осоковый	Замкнутые слабопроточные лощины, старицы рек, окрайки низинных и переходных болот	1. Торфяная. 2. Крупные кочки (высотой до 40–60 см), занимают до 80 % площади. 3. Весной от -15 до -20 см; в среднем от +3 до 4 см	1. 6-9Б, до 4Ол. ч. 2. Ива, крушина. 3. Травы: осоки по кочкам, щитовник болотный, тростник, таволга. Мхи (по кочкам) зеленые, лесные, изредка евтрофно-сфагновые	IV–V	I–II

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>I. Евтрофный (грунтовый)</p>		<p>Березняк болотно-травяной</p>	<p>Проточные понижения на террасах, поймы рек, вблизи ручьев, проточные старицы рек</p>	<p>1. То же. 2. Кочковатый. 3. Весной от +7 до +15 см, летом до -50 см; в среднем от -15 до -20 см</p>	<p>1. 7-9Б, до 3С, до 2 Ол. ч., второй ярус 10Е. 2. Рябина, ива, черная смородина, крушина, жимолость, калина, можжевельник. 3. Травы: таволга, щитовник, осока, тростник, вейник. Мхи (развитые слабо) зеленые лесные по кочкам у основания деревьев, отдельными «подушками» евтрофные сфагновые мхи</p>	<p>III</p>	<p>I-a</p>
<p>IIa. Мезотрофный (атмосферно-грунтовый)</p>	<p>7. Ельники долгомошники</p>	<p>Ельник долгомошный</p>	<p>Неглубокие плоские понижения</p>	<p>1. Торфянисто-подзолистая, торфянисто-глеевая. 2. Слабокочковатый. 3. Летом от -40 до -60 см</p>	<p>1. 9-10Е, до 1Б+С. 2. Козья ива, рябина, жимолость, шиповник. 3. Травы: осоки, хвощ, седмичник, папоротник, ожика. Кустарнички: черника, брусника. Мхи: кукушкин лен (сплошь), зеленые мхи, изредка сфагновые</p>	<p>IV</p>	<p>II-I</p>

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Па. Мезо- троф- ный (атмо- сфер- но- грун- товый)	8. Кед- ровники долго- мошные	Кедровник долгомош- ный	То же	1, 2, 3 – то же	1. 7-10 Кд. С, до 3Е, С. 2. Рябина. 3. Травы и кустарнички: (изред- ка) осока, хвощ лесной, седмич- ник, грушанка, черника, брус- ника, кассандра. Мхи: (обильно) кукушкин лен, зеленые лесные мхи, евтрофно- мезотрофные сфагновые мхи	IV	–
	9. Бе- резняки долго- мошные	Березняк долгомош- ный	То же	1, 2, 3 – то же	1. 7-9Б, до 3Е, С. 2, 3 – аналогично ельнику дол- гомошному	IV	III–II
Пб. Мезо- троф- ный (атмо- сфер- но- грун- товый)	10. Ель- ники сфагно- вые	Ельник сфагновый	Слабопроточ- ные понижения котловин, по- логие склоны, окрайки верхо- вых и переход- ных болот	1. Торфянисто-глеевая, торфяная. 2. Кочковатый. 3. Летом от 0 до -15 см	1. 6-10Е, до 2С, до 4Б. 2. Ива козья, шиповник, рябина. 3. Травы: (изредка хвощ), осока, вахта. Кустарнички: (изредка) черника, брусника. Мхи (сплошь) сфагнумы, зеленые мхи занимают не более 10 % площади	Va	II–III
		Ельник осоково- сфагновый	Плоские пони- жения, полу- проточные котловины на склонах, пло- ские переход- ные болота	1. Торфяная. 2. Кочковатый. 3. Нет данных	1. 7-8Е, до 3Б, до 2С. 2. Изредка: крушина, ольха се- рая. 3. Травы: (обильно) осока, хвощ, вахта, сабельник. Кустар- нички: черника, брусника. Мхи: (сплошь) сфагнум	V–Va	II–I

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Пб. Мезо- троф- ный (атмо- сфер- но- грун- товый)		Ельник кустарнич- ковый сфагновый	Плоские и сла- бовыпуклые переходные болота, окрай- ки верховых сосново- кустарничко- вых болот	1. Торфяная. 2. Слабокочковатая. 3. Летом от -15 до -25 см	1. 8Е, до 2С, до 1Б. 2. Рябина, единично крушина. 3. Кустарнички: черника, голу- бика, брусника, кассандра. Тра- вы: клюква, пушица, влагалищ- ная осока. Мхи: (обильно) оли- готрофные сфагновые, мхи зе- леные занимают до 10 % пло- щади	Va	III
	11. Сосняки осоково- сфагновые	Сосняк осоково- сфагновый	Слабопроточ- ные пониже- ния, плоские болота котло- винного зале- гания, окрайки верховых болот	1. Торфяная, торфяно- глеевая. 2. Слабокочковатый. 3. Летом от 0 до -10 см	1. 5-10С, до 5Б, до 1Е. 2. Изредка: можжевельник, бе- реза приземистая, жимолость, ива. 3. Травы: осока, хвощ, вейник, сабельник, вахта, клюква. Кус- тарнички: кассандра, подбел, багульник. Мхи: (сплошь) сфагновые	V	II–III
	12. Кедров- ники осоко- во-сфагновые	Кедровник осоково- сфагновый			1. 5-8 Кд, С, до 5С. 2, 3. То же, что у сосняка осо- ково-сфагнового	V	—
	13. Лист- веннични- ки осоко- во- сфагновые	Листвен- ничник осоково- сфагновый	Окраины бо- лотных масси- вов, относи- тельно дрени- рованные по- нижения террас и склонов во- доразделов	1. Торфянисто- подзолисто-глеевая, торфяная. 2. Нет данных. 3. Нет данных	1. 7-8Лц, до 3О манджурская. 2. Береза, ольха. 3. Травы: осока, вейник. Кус- тарнички: багульник, кассанд- ра, голубика. Мхи: сфагновые (сплошь)	IV–Va	—

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Пб. Мезо- троф- ный (атмо- сфер- но- грун- товый)	14. Берез- няки осо- ково- сфагно- вые	Березняк осоково- сфагно- вый	Плоские слабопро- точные переходные болота котловинно- го или склонного залегания, окрайки верховых болот	1. Торфяная, торфяни- сто-глеевая. 2. Кочковатый (высота до 30 – 40 см), покры- тие до 50 % площади. 3. Весной от +8 до + 10 см, летом до -25 см, в среднем от -15 до -17 см	1 7-10Б, до 3С+Е. 2, 3. То же, что и у сосняков осоково-сфагновых	V–Va	II–I
Ша. Олиго- троф- ный (атмо- сфер- ный)	15. Со- сняки долго- мошные	Сосняк долго- мошный	Неглубокие пони- жения на песчаных террасах и водо- разделах	1. Торфянисто- подзолистая, торфяни- сто-глеевая. 2. Слабокочковатый. 3. Летом до -50, -60 см	1. До 10С, до 1Е, Б. 2. Ива, крушина, рябина. 3. Кустарнички: черника, брус- ника, голубика, багульник, кас- сандра. Травы: осока, вейник. Мхи: (сплошь) кукушкин лен, сфагнум.	III–IV	II–III
Пб. Олиго- троф- ный (атмо- сфер- ный)	16. Со- сняки сфагно- вые	Сосняк кустар- ничково- сфагно- вый	Водораздельные междуречные про- странства, слабые склоны верховых болот, небольшие выпуклые верховые болота	1. Торфяная, торфяни- сто- и торфяно- подзолистая. 2. Кочковатый. 3. В среднем от -30 до - 45 см	1. 10С. 2. Подлеска нет. 3. Кустарнички: кассандра, ба- гульник, березка, вереск. Тра- вы: пушица, морошка, клюква. Мхи: сфагнум	Va	III–IV
		Сосняк пушице- во- сфагно- вый	Замкнутые котло- вины на водоразде- лах, верхние части склонов верховых выпуклых болот	1. Торфяная. 2. Слабокочковатый. 3. В среднем от -20 до - 30 см	1. 10С. 2. Подлеска нет. 3. Травы: (обильно) пушица влагалищная, шейхцерия, мо- рошка, клюква. Кустарнички: (изредка) подбел, кассандра	Va–Vб	IV

Целесообразно осушать черноольшаники, начиная со II класса бонитета, тогда умеренное регулирование водного режима не только улучшает рост имеющихся деревьев черной ольхи, но позволяет со временем увеличивать и полноту насаждений за счет поселения новых деревьев между чок, где до осушения их произрастание было невозможным.

Еловые леса характерны для евтрофных болот, где ельникам принадлежит ряд коренных типов лесов (см. табл. 5). По сравнению с черной ольхой, ель избирает менее обводненные болота, где она нередко формирует смешанные насаждения с участием ольхи, березы и сосны. В подзоне средней и северной тайги болотные ельники, как правило, приурочены к неглубокому залеганию карбонатной морены и известняков, определяющих близкую к нейтральной или слабокислую реакцию болотных вод и развитие евтрофного процесса болотообразования с наличием хорошо разложившихся торфяных почв. Сравнительно меньше распространены еловые леса на мезотрофных болотах, где они характеризуются самой низкой производительностью и малой сомкнутостью. Здесь из-за недостатка в элементах питания ель уступает место менее требовательным к режиму питания березе и сосне.

Березовые леса на болотных почвах распространены повсеместно. Широкое распространение березы связано с тем, что она часто имеет вторичное происхождение в условиях местопроизрастания черноольшаников и ельников и в то же время она нередко образует коренные леса на мезотрофных и евтрофных торфяниках. В последнем случае береза занимает богатые болота, где проточность воды бывает недостаточной для образования устойчивых ольшаников и где ель из-за избытка воды также не сможет составить большой конкуренции березе. Таким образом, береза является как бы связующим звеном между сосняками верховых и ольшаниками низинных болот.

В типологии болотных березовых лесов обычно повсеместно распространенным является осоково-сфагновый тип. На низинных болотах чаще выделяют два типа: болотно-травяной и осоково-тростниковый (осоковый). В переходном типе болот выделяют березняк пушицево-сфагновый Va и Vб класса бонитета, имеющий характерный для верховых болот напочвенный покров с господством сфагнома магеланского.

Сосновые леса наиболее распространены на болотных почвах, но более всего они типичны для олиготрофных и мезотрофных болот. Коренные типы сосняков встречаются и на евтрофных болотах, сравнительно менее богатых и более обводненных, где конкурентные свойства ели ослаблены. В таких случаях обычно в составе насаждений участвуют ель, береза, а иногда и черная ольха.

Приведенные в табл. 5 типы леса характеризуются сходством состава древесного яруса подлеска и травяно-мохового покрова, почвенно-гидрологических условий. Однако внутри каждого типа могут быть



выделены более дробные единицы – ассоциации, учитывающие нередко какие-либо региональные особенности типа (например, преобладание тех или иных экологически сходных доминантных растений напочвенного покрова). Перспективно изучение болотных лесов как вероятностной системы с количественной оценкой ряда ее параметров и их изменения вследствие мелиорации.

Практически важно, чтобы одни и те же типы требовали одинаковой интенсивности мелиорации и давали одинаковый лесоводственный эффект.

Неодинаковый эффект мелиорации близких в лесотипологическом отношении объектов определяется различиями свойств почвы, прежде всего богатства ее зольными элементами и азотом, а также различиями в водном режиме, проявляющимися даже после осушения одинаковой интенсивности.

### **ГЛАВА III. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМА ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ**

Представления об избыточной увлажненности заболоченных и болотных лесов общеизвестны. Однако фактических данных наблюдений за грунтовыми водами в болотных лесах мало, они разрознены, относятся к разным годам и различным природным районам и не подвергались сравнительному анализу. Такая информация важна для правильного понимания природы избыточно увлажненных лесов и обоснования интенсивности осушения тех или иных насаждений.

В табл. 6 приводятся данные по режиму почвенно-грунтовых вод (ПГВ) в избыточно-увлажненных ельниках, сосняках и березняках IV и Vб классов бонитета за май – сентябрь – наиболее ответственный период в жизни заболоченного леса на территории Свердловской области.

В условиях избытка влаги наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод требуют повышенной точности по сравнению с исследованиями на естественно дренированных местоположениях. Определение на глаз среднего уровня поверхности почвы при выраженном макрорельефе недопустимо, если глубина почвенно-грунтовых вод составляет всего 10–20 см. Для этого, как отмечает С.Э. Вомперский (1964), рекомендуется нивелировка статистически достаточного количества случайных точек (50–150) на пробной площади, а наблюдения за уровнем следует вести по двум и пяти скважинам.

Как видно из показателей табл. 6, самый высокий уровень почвенно-грунтовых вод характерен для мая. Летом он опускается, осенний подъем начинается в сентябре. Самое глубокое положение ПГВ отмечается, как правило, в августе – сентябре.

Таблица 6

**Среднемесячный уровень почвенно-грунтовых вод  
в различных типах леса УУОЛ**

Тип леса	Класс бонитета	Средний уровень почвенно-грунтовых вод (см) за месяцы					
		V	VI	VII	VIII	IX	V–IX
Олиготрофные болота							
С. пушицево-сфагновый	от Va до Vб	+3	7	10	12	14	8
С. кустарничково-сфагновый	Va	2	3	7	7	6	5
Мезотрофные болота							
С. осоково-сфагновый	V	+3	+2	5	8	12	6
С. тростниково-сфагновый	V	+10	+4	9	25	16	7
Евтрофные болота							
С. сфагново-разнотравный	V	+9	1	8	27	20	9
С. болотно-разнотравный	IV	8	13	11	16	32	16
С. болотно-травяной	IV	12	14	16	20	28	18
Е. болотно-травяной	IV	8	13	15	23	30	12

Л.Н. Смоляк (1969) использовал величину майского уровня ПГВ как показатель обводненности, а величину летнего уровня (в июле – августе) как показатель проточности заболоченных и болотных лесов. Он отметил положительную роль для болотного леса опускания уровня воды летом: чем оно больше, тем выше степень разложения торфа, больше корнеоби-таемая толща, поэтому осушение таких лесов достигается легче и дает вы-сокий положительный эффект. Однако не всегда то или иное опускание свидетельствует о величине проточности. Более производительные фито-ценозы с большим суммарным влагопотреблением независимо от проточ-ности будут сильнее понижать уровень болотных вод.

Сравнение режимов почвенно-грунтовой воды в ольшаниках, берез-няках и сосняках показывает, что в этом ряду наблюдается увеличение об-водненности.

Ельники и березняки избирают местопрорастания, где средние уровни воды не поднимаются к поверхности ближе 12–18 см. Болотные леса из сосны хорошо растут при средней глубине ПГВ за вегетацию 5–9 см.

Болотные леса при одинаковой производительности характеризуются более высокими уровнями почвенно-грунтовых вод в более богатых типах леса (табл. 7). Так, сосняки на верховом болоте при среднем уровне ПГВ 5,6 и 6,9 см имеют запас 15,2 и 43,8 м<sup>3</sup>/га соответственно. На переходном болоте сосняки имеют более высокую производительность (запас 69,8 и 138,4 м<sup>3</sup>/га), хотя здесь уровень воды колебался от +2,9 до 1,0 см.

Таблица 7

Влияние уровня почвенно-грунтовых вод на  
производительность сосновых древостоев Свердловской области

Тип болота	Тип леса	Средний уровень воды, см	Золь- ность, %	Класс бонитета	Пол- нота	Средние		Запас, м <sup>3</sup> /га
						Н, м	Д, см	
Верховое	С. пушицево-сфагновый	5,6	3,6	Vб	0,4	3,6	8,6	15
	С. кустарничково-сфагновый	6,9	4,8	Va	0,5	6,7	11,0	44
Переходное	С. осоково-сфагновый	+2,9	9,7	V	0,5	9,5	11,1	70
	С. тростниково-сфагновый	1,0	10,2	V	0,8	11,7	18,0	138
Низинное	С. сфагново-разнотравный	8,9	20,0	V	0,8	14,1	18,8	165

Болотные типы леса, как это установлено в последнее время, характеризуются при родственном генезисе значительно большим сходством гидрологического режима, хотя и здесь имеются существенные различия. Однако систематического различия в увеличении обводненности одинаковых типов болотных лесов европейской части РФ при движении с юга на север и с востока на запад не наблюдается. В ряде случаев значительно удаленные друг от друга регионы исследований с разным климатом характеризуются очень сходным режимом ПГВ.

В условиях, когда аэрация почвы выступает лимитирующим фактором, даже незначительные различия в степени обилия увлажнения приобретают важную роль. Например, разница в средневегетационной глубине ПГВ всего лишь в 5 см при недостаточном осушении имеет очень большое влияние на продуктивность мелиорированных лесов. К сожалению, пока не ясно, в какой мере те или иные изменения в флористическом составе и продуктивности лесов можно считать нормальными для одного типа. Таким образом, нет и надежных количественных критериев допустимых колебаний в пределах тех или иных его свойств, в том числе и его водного режима. Однако все вышеприведенное позволяет предполагать, что сходные болотные типы леса должны характеризоваться практически одинаковым водным режимом независимо от географического положения. Это означает, что с изменением климатических условий «одинаковые» типы леса

должны иметь разную структуру водного баланса, результирующая которого для растительности экологически разнотравна.

Средневегетационная глубина ПГВ, которой мы оперировали выше, являясь наиболее надежным показателем водного режима почв, с экологической точки зрения часто недостаточно характеризует условия водного режима. Даже при одинаковой средней глубине ПГВ различная сезонная динамика ее неодинаково воздействует на древесные породы. Например, затопление летом при подъеме ПГВ более вредно, чем весной, а чрезмерно глубокое опускание уровня в конце лета не может компенсировать физиологический ущерб от длительного высокого положения уровня воды в первой половине вегетации, хотя в обоих случаях по расчету получаются совпадающие значения средних уровней. В связи с этим, не всегда объекты с одинаковой средней глубиной ПГВ действительно сходны по водному режиму для лесной растительности, поэтому знание сезонной динамики ПГВ имеет большое практическое значение.

Общие черты сезонной динамики ПГВ имеют такой вид: высокое положение весной, спад от весны к лету, постепенное снижение уровня до максимума в зимние месяцы, прерываемое в сентябре – октябре осенними дождями (табл. 8).

Таблица 8

Сезонная динамика почвенно-грунтовых вод в различных типах леса (данные по УУОЛ за 1975, 1976 гг.)

Тип леса	Глубина залегания почвенно-грунтовых вод по месяцам, см												Среднее за V–IX месяцы	Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ельник осоково-разнотравный	44	48	54	68	2	12	14	16	19	30	29	31	15	30
Сосняк осоково-травяной	64	72	78	88	12	10	13	13	20	40	42	51	18	42
Сосняк сфагново-разнотравный	68	75	82	91	20	12	14	14	28	54	57	63	47	48
Сосняк болотно-разнотравный	42	55	62	65	14	10	13	13	20	38	38	40	18	34

Как видно из табл. 8, в которой приведены данные круглогодичных наблюдений за уровнем вод в Уральском учебно-опытном лесхозе, самый низкий уровень вод наблюдается в апреле.

В мае, реже в начале июня, уровень ПГВ достигает своего наивысшего положения. В начале вегетации уровни ПГВ опускаются на глубину 10–12 см. В дальнейшем такие уровни держаться весь период вегетации и начинают снижаться только в конце августа.

Таким образом, высокое стояние ПГВ в вегетационный период в болотных лесах является одной из причин их низкой производительности.

## ГЛАВА IV. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БОЛОТ

От физических свойств зависит передача тепловой радиации в глубь почвы и обратно, газовый режим почвы и ряд других почвенных факторов. Наконец, широкий диапазон варьирования физических свойств влияет на технические расчеты параметров осушительной сети.

Специфичность лесных торфяных почв с физической стороны заключается в рыхлости их сложения: твердая фаза (преимущественно органического происхождения) занимает лишь 3–10 % объема почвы, остальные 90–97 % приходятся на воду и воздух, соотношение между которыми зависит от влажности субстрата.

Существенным признаком торфяных почв является то, что несмотря на преобладание некапиллярной порозности (скважности), они тем не менее обладают большой водоудерживающей способностью за счет внутриклеточной воды, располагающейся в тканях неразложившихся остатков растений.

Все физические свойства болотных почв зависят в первую очередь от типа болота, а также от ботанического состава торфов, степени разложения, уплотненности органического скелета и их влажности.

Остановимся на таких важнейших показателях физических свойств торфяных почв, как объемный вес (плотность), удельный вес, порозность, полная (максимальная) влагоемкость.

Следует подчеркнуть, что лесные торфяные почвы по своим физическим свойствам значительно отличаются от всех других минеральных и окультуренных почв, поэтому распространение известных для последних почв экологических норм (например, констант влажности) на лесные торфяные почвы невозможно, что подчеркивает необходимость изучения их физических свойств.

Объемный вес определялся нами с помощью специальных стальных цилиндров со съемным режущим кольцом. Вес такого образца почвы после высушивания, отнесенный к объему его при естественной влажности и сложении дал следующие результаты (табл. 9).

Следует отметить, что нами объемный вес и влажность определялись на низинном болоте, остальные данные по С.Э. Вомперскому (1968).

Из таблицы видно, чем богаче торф, тем он тяжелее. В общем можно сказать, что торф низинного происхождения в 2–3 раза тяжелее верхового. С глубиной объемный вес также имеет тенденцию к увеличению, это справедливо и для влажности.

Таблица 9

## Объемный вес и влажность почвы по типам болот

Глубина, см	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Объемная влажность, %	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Порозность в % от объема	Полная влагоемкость, в % к абс. сухому весу
Верховой тип					
0–5	0,063	–	1,65	96,2	1569
10	0,078	–	1,65	95,2	1267
20	0,099	–	1,60	93,8	969
40	0,072	–	–	95,4	1449
Переходный тип					
0–5	0,079	–	1,73	95,4	1327
10	0,111	–	1,65	93,2	976
20	0,110	–	1,52	92,8	863
40	0,116	–	–	92,4	789
Низинный тип					
0–5	–	–	1,66	93,6	967
10	0,18	83	1,60	90,2	588
20	0,21	85	1,64	90,5	604
30	0,23	87	–	90,6	619

Определение удельного веса почвы проводится по общепринятой методике (Роде, 1960; Астапов, 1958). А абсолютное значение удельного веса торфа с разных объектов и с разной глубины колеблется в относительно нешироких пределах – от 1,45 до 1,82 г/см<sup>3</sup> (см. табл. 9). Заметна тенденция уменьшения удельного веса торфа с глубиной. Определенных различий в удельном весе торфов по типам торфа не выявляется.

Лесные торфяные почвы имеют очень высокую порозность, достигающую в верхнем слое 2–5 см нередко до 97 %. Наибольшая порозность свойственна верховым, наименьшая – низинным, лучше разложившимся, более плотным торфам, однако и здесь она в среднем не становится меньше 90 %. В естественных торфяниках с глубиной порозность уменьшается.

Скважность торфяных почв обусловлена преимущественно «внешней» пористостью, но с глубиной доля «внутренней» пористости увеличивается и может даже преобладать.

Рыхлость физического сложения торфяных почв имеет чрезвычайно важное лесомелиоративное значение. Благодаря большой порозности, обеспечивается газообмен в системе «атмосфера–почва» (и жизнедеятельность корней в условиях предельного увлажнения), поэтому возможно применение предельно малых норм осушения.

В соответствии со значениями порозности и объемного веса рассчитывается полная (максимальная) весовая влагоемкость (см. табл. 9).

Как видно из данных, торфяные почвы способны вместить в себя воды в количестве 500–2000 % по отношению к собственному весу. В силу этого при осушении болот следует ожидать освобождения большого количества воды.

Правильное представление о водовместимости дает влажность, выраженная в объемных процентах, при этом полная объемная влажность численно равна порозности.

Как известно, при визуальном определении типа болот и его мелиоративной ценности заключение делается по описанию растительного покрова, сложению и ботаническому составу торфяной залежи. Однако потенциальное богатство болота по указанным признакам можно определить лишь приблизительно. Для получения более точных данных описательный метод необходимо уточнять данными простейших анализов торфа (Вомперский, 1959).

Известно, что на болотных почвах рост и развитие растений лимитируется содержанием в этих почвах минеральных компонентов, общее количество которых характеризуется зольностью торфа. Следовательно, успешный рост леса на осушенных торфяниках зависит, главным образом, от наличия зольных элементов и степени их усвояемости растениями.

Из работ А.В. Пичугина (1953), Н.И. Пьявченко (1972) известно, что содержание большинства зольных элементов довольно плавно возрастает с увеличением общей зольности до 45 %. Дальнейшее увеличение зольности не приводит к увеличению содержания зольных элементов.

Таким образом, чем выше зольность торфа, тем выше в нем и содержание отдельных зольных элементов, с которыми также связано и богатство торфа азотом (табл. 10). С уменьшением зольности наблюдается четкое уменьшение содержания общего азота, кальция, фосфора (кроме калия).

Таблица 10

Содержание зольных веществ и азота в абсолютно сухом торфе  
в зависимости от его зольности, % (для слоя 0–20 см)

Зольность	Азот общий, N	Кальций, CaO	Фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Калий, K <sub>2</sub> O
2,6	0,94	0,167	0,044	0,033
3,4	0,95	0,386	0,081	0,068
4,5	1,08	0,438	0,088	0,053
5,5	1,13	0,419	0,100	0,040
10,9	2,09	3,120	0,210	0,047
13,9	2,43	3,590	0,180	0,034

Но значение зольности, как важнейшего показателя качества торфа, еще шире. С зольностью торфа, прежде всего, связано содержание кальция – главного элемента оснований, соединяющихся с гуминовыми кислотами (Никонов, 1955), что определяет фракционное состояние органического вещества почвы, поглощающего комплекса и реакцию среды (рН), богатство и активность микрофлоры.

С другой стороны, разложение торфа сопровождается увеличением его зольности, поэтому чем выше зольность торфа, тем обычно ниже его кислотность, выше степень разложения и тем больше содержание в нем минеральных форм азота и зольных элементов. Наконец, чем выше зольность, тем тяжелее торф по объемному весу, что также характеризует его лесорастительные свойства.

Принимая во внимание, что зольность торфа верховых болот колеблется от 0,5–1 до 5 %, переходных – от 3–4 до 6–8 % и низинных – от 5–6 до нескольких десятков процентов, становится ясно, что болота, относящиеся к одному и тому же типу, из-за отмеченных колебаний зольности торфов характеризуются неодинаковой лесомелиоративной ценностью.

Кроме этого и другие агрохимические свойства групп типов леса по каждому экологическому ряду существенно различаются (табл. 11).

Приведенные в табл. 11 данные свидетельствуют о значительном потенциальном плодородии торфяных почв в евтрофном болотно-травяном типе условий местопроизрастания. Почвы мезотрофного травяно-сфагнового типа условий местопроизрастания заметно беднее по содержанию общего азота, кальция и других зольных веществ. Кроме того, они более кислые и гораздо менее насыщены обменными основаниями. Почвы олиготрофного сфагнового типа условий местопроизрастания характеризуются малым содержанием питательных веществ, большой кислотностью и очень слабой насыщенностью основаниями. Следовательно, эти почвы обладают наименьшим потенциальным плодородием.

Конечно, общего запаса азота и зольных веществ в почве любого типа вполне достаточно для удовлетворения потребности в них древесной растительности, однако мы уже знаем из предыдущего, что в основном эти вещества находятся в форме недоступных растениям органических соединений.

Вследствие плохой аэрации и малой биологической активности неосушенных торфяных почв, затрудняющих дыхание корней и всасывание ими почвенных растворов, древесные растения часто не могут использовать даже тот сравнительно небольшой запас доступной им пищи, который находится в растворенном состоянии.

Таким образом, зольность торфа является важнейшим показателем богатства торфа, определяющая успешность осушения лесов.



Таблица 11

Средние агрохимические показатели корнеобитаемого слоя почвы  
заболоченных и болотных лесов

Группа типов леса и запас питательных веществ	рН со-левой вытяж-ки	Степень насыщенности ос-нованиями в %	В процентах к абсолютно сухому весу почвы					
			азота (N)	золы	кальция (CaO)	магния (MgO)	фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	калия (K <sub>2</sub> O)
Грунтовой ряд, евтрофный болотно-травяной тип условий местопроизрастания								
Черноольшаники (Московская обл. и БССР)	5,3–5,7	50–90	2,9	11,9	3,09	не опре-делялся	0,27	0,17
Ельники (Архангельская и Вологодская обл.)	4,9–6,2	67	2,3	13,3	4,43	0,36	0,20	0,15
Кедровники смешанные (Томская обл.)	5,7–6,2	82	2,6	12,3	4,30	0,26	0,18	0,15
Сосняки (Вологодская обл.)	6,0–6,4	75	2,3	8,5	2,5	не опре-делялся	0,20	не опре-делялся
Сосняки (Томская обл.)	4,4–5,0	58	1,5	13,1	1,70	0,34	0,18	0,13
Среднее	–	–	<b>2,3</b>	<b>12,2</b>	<b>3,20</b>	<b>0,32</b>	<b>0,21</b>	<b>0,15</b>
Запас в 25-сантиметровом корнеобитаемом слое в кг на 1 га	–	–	6900	–	9600	960	630	450
Атмосферно-грунтовой ряд, мезотрофный травяно-сфагновый и сфагновый типы условий местопроизрастания								
Ельники (Архангельская, Вологодская, Калинин-ская обл.)	3,2–4,9	26	не опре-делялся	10,7	1,57	не опре-делялся	0,09	0,18
Сосняки (Архангельская и Вологодская обл.)	3,8–5,9	45	2,0	9,1	2,48	0,31	0,35	0,13
Среднее	<b>3,2–5,9</b>	<b>35</b>	<b>2,0</b>	<b>9,9</b>	<b>2,02</b>	<b>0,31</b>	<b>0,22</b>	<b>0,15</b>
Запас в 25-сантиметровом корнеобитаемом слое в кг на 1 га	–	–	5000	–	5150	775	550	375
Атмосферный ряд, олиготрофный сфагновый тип условий местопроизрастания								
Сосняки (Вологодская обл.)	2,9–3,2	7	1,05	3,5	0,53	0,11	0,15	0,11
Сосняки (Томская обл.)	3,3–3,5	–	1,20	4,6	0,27	0,05	0,07	0,13
Среднее	–	–	<b>1,12</b>	<b>4,0</b>	<b>0,40</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>
Запас в 25-сантиметровом корнеобитаемом слое в кг на 1 га	–	–	1960	–	700	140	192	210

## ГЛАВА V. ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЛИОРАЦИИ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ

Под термином *лесоводственная эффективность осушения* понимается увеличение продуктивности леса, которое выражается в повышении класса бонитета, условий местопроизрастания, а точнее, в повышении прироста древостоев, улучшения их сортиментной структуры и качества древесины. Лесоводственный эффект предопределяется природными свойствами осушаемого объекта и мерой регулирования водного режима.

После удаления избытка влаги улучшается не только рост леса, но и условия ведения лесного хозяйства, эстетическое состояние лесных участков, повышаются возможности дорожного строительства, обогащается флора и фауна. Такие изменения определяют понятие *общехозяйственной эффективности осушения*.

Первое принципиально верное объяснение причин различного эффекта осушения было дано Н.И. Жудрой, который еще в 1896 г. писал, что если до осушения успешному росту деревьев препятствовали не только избыток влаги, но и плохие физико-химические свойства почвы, то после осушения не всегда наблюдается улучшение роста; если же рост древостоев лимитировался только избытком влаги, то осушение всегда эффективно.

В дальнейшем различную эффективность осушения исследователи стремились увязать главным образом с глубиной торфа, при этом считалось, что чем толще слой торфа, тем он менее пригоден для лесовыращивания. В дальнейшем было установлено (Эркин, 1934; Елпатьевский и др., 1970), что мощность торфа не оказывает отрицательного влияния на эффект мелиорации, а эффект зависит от условий местопроизрастания, ботанического состава и типа торфа.

Таким образом, *потенциальное плодородие* осушаемых земель – главное условие эффективности мелиорации. Если избыточно увлажненная почва бедна элементами питания, то независимо от того, будет ли отрегулирован водный режим, плодородие ее изменится мало. Положительные сдвиги в физико-химических свойствах почв после осушения происходят крайне медленно и тем слабей, чем исходно беднее осушенная почва.

Важным показателем потенциального плодородия торфяных почв служит зольность торфа. Для торфяников с мощностью тора более 0,6 м была выявлена связь зольности торфа (в слое 0–40 см) с классом бонитета мелиорированных насаждений сосны (Вомперский, 1968) в условиях северо-западных областей РСФСР:

Зольность, %	6–8 и более	5–6	4–5	3–4	2,5–3	Менее 2,5
Класс бонитета	Ia–I	I	II–I	III–II	IV–III	IV–V

Зольность торфа (как показатель лесомелиоративной ценности болота) информативна в пределах от 2,5–3 до 12–15 %, особенно если производят еще и определение объемного веса почвы, что дает возможность узнать запас золы. Нередко, например, олиготрофные болота, вследствие исключительно малого объемного веса, имеют и малый запас элементов питания в корнедоступной зоне и при зольности 3 % показывают продуктивность лишь V класса бонитета.

Однако при лучших физических свойствах известны случаи, когда и при зольности 2,5 % насаждения на олиготрофном болоте имели III и даже II класс бонитета. В разных регионах доля биологически инертной части золы колеблется, что меняет уровень регрессии зольности на класс бонитета. Эта зависимость нарушается также в случае повышенного содержания кремнезема и других неусвояемых компонентов золы, внесенных искусственно или ветром и поверхностными водами.

*Тип леса* также служит показателем потенциального плодородия почвы и поэтому при точном его установлении предопределяется эффективность гидролесомелиорации.

Теоретически тип леса предполагает сходство не только в потенциальном плодородии почв, но и в ряде других почвенно-мелиоративных и гидрологических характеристиках, что обуславливает индивидуальность эффекта при одинаковом осушении. К сожалению, данных об изменении продуктивности одних и тех же типов осушенных лесов с удалением от канав в разных регионах крайне мало.

*Таксационная характеристика* древостоя до осушения (состав, возраст, полнота) значительно влияет на размер дополнительного прироста, полученного от мелиорации. В таежной зоне наиболее производительные древостои образуют ель и сосна, а береза пушистая обычно уступает им. Ель продуктивнее сосны в евтрофных и мезоевтрофных условиях местопроизрастания. Деревья более молодые сильнее реагируют на мелиорацию увеличением линейных приростов, чем деревья более старые. Однако объемный прирост у средневозрастных насаждений, подвергнутых мелиорации (вследствие большей исходной поверхности нарастания древесины), максимален. Очень важное значение имеет по этой же причине полнота древостоев: чем она выше, тем выше и дополнительный прирост. Несмотря на то, что абсолютная прибавка в приросте в результате мелиорации насаждений IV, V класса возраста меньше, чем насаждений II–IV класса, осушение первых с хозяйственной точки зрения выгодней, благодаря более быстрому вводу этих лесов в эксплуатацию.

*Степень осушения*, ее давность и состояние осушительной сети при одинаковом потенциальном плодородии земель и одинаковой исходной характеристике древостоев определяют размер дополнительного прироста насаждений.

С удалением от канав уменьшаются класс бонитета насаждений, их высота, диаметр, абсолютная полнота, прирост, сомкнутость крон, скорость процессов дифференциации и отпада деревьев. Закономерность изменения всех этих признаков является, однако, не только функцией удаленности от канав, так как последняя не может быть всеобъемлющей характеристикой глубины грунтовых вод (кривой депрессии) на осушенной площади.

Давность осушения сказывается на том, что линейные приросты достигают своего максимума во втором, а объемные – во втором-третьем десятилетиях после осушения. За это время осуществляется перестройка корневых систем, увеличивается размер и улучшается анатомическая структура хвои, увеличивается масса хвои, повышается ее физиологическая активность, изменяется форма крон, уплотняется почва, меняется напочвенный покров, и насаждение вступает в стадию относительной стабилизации. В дальнейшем, в случае ухудшения работы осушительной сети сокращается, прежде всего, размер прироста по диаметру, затем (через 5 лет) – прирост в высоту, позднее всех – прирост по объему.

*Зональность* лесоводственного эффекта мелиорации проявляется двояко. Во-первых, климат выступает зональным фактором болотообразования, поэтому в районах неустойчивого увлажнения (а тем более недостаточного) весь мелиоративный фонд представлен потенциально богатыми болотными почвами (грунтового заболачивания), преимущественно лесопокрытыми. В зоне избыточного увлажнения доля таких почв невелика, здесь преобладают заболоченные земли олиготрофного и мезотрофного типов, часто безлесные, с низким эффектом их осушения. Во-вторых, сказываются широтные различия в теплообеспеченности, особенно в северных районах, где эффект мелиорации начинает лимитироваться недостатком тепла.

*Дополнительный прирост древесины* за счет мелиорации заболоченных и болотных лесов, потенциальные возможности в этом отношении разных насаждений были предметом исследований М.П. Елпатьевского (1948, 1957), К.К. Буша (1968), Г.Е. Пятецкого и В.М. Медведевой (1967), Е.Д. Сабо (1966) и др. Примером могут служить данные табл. 12, где видна разница в реагировании разновозрастных насаждений различного типа в Латвийской ССР.

Влияют на эффективность осушения и климатические факторы. Г.Е. Пятецким (1976) на примере Карелии установлен (табл. 13) различный рост леса на болотах при одинаковых зольности и норме осушения, но расположенных в различных климатических зонах. В средней части Карелии дополнительный прирост после осушения в однотипных условиях по сравнению с южной частью Карелии составляет около 80 %, а в северной только 50–60 %. Основной причиной снижения класса бонитета по мере продвижения на север является недостаток тепла, что при снижении количества пищи резко снижает прирост.

Таблица 12

Изменение текущего прироста насаждений разного возраста  
под влиянием осушения (числитель – до осушения;  
знаменатель – после осушения) по К.К. Бушу, 1959

Тип леса	Полнота древостоя	Десятилетие после осушения	Текущий прирост, м <sup>3</sup> /га, при осушении в классе возраста						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
Ельник папорот- никово-осоковый	0,7	1	0,9 1,7	2,3 5,0	3,0 6,4	3,0 6,5	2,3 5,6	1,7 4,7	1,2 3,8
		2	1,7 4,8	2,8 8,8	3,2 9,7	2,7 9,2	2,0 8,3	1,5 7,0	1,0 5,7
		3	2,3 7,4	3,0 9,5	3,0 9,6	2,3 8,8	1,7 7,6	1,2 6,3	0,7 5,1
Сосняк осоково- тростниковый	0,7	1	0,5 3,0	1,9 5,0	2,3 5,1	2,0 4,5	1,6 3,8	1,3 3,0	1,0 2,3
		2	1,1 5,8	2,3 7,3	2,1 7,4	1,7 6,5	1,4 5,3	1,1 4,2	0,9 3,1
		3	1,9 6,7	2,3 7,5	2,0 7,0	1,6 5,9	1,3 4,7	1,0 3,6	0,7 2,6
Березняк осоково- тростниковый	0,7	1	0,7 1,1	1,6 2,3	2,3 3,5	2,3 3,9	2,0 3,5	1,6 2,9	1,2 2,3
		2	1,5 2,8	2,3 4,5	2,3 5,1	2,0 4,8	1,6 4,0	1,2 3,3	0,9 2,6
		3	2,3 4,5	2,3 5,1	2,0 4,8	1,6 4,0	1,2 3,3	0,9 2,6	0,7 2,0
Сосняк багульни- ковый	0,7	1	0,6 1,7	2,0 4,3	2,6 4,6	2,0 4,0	1,4 3,0	1,0 2,3	0,7 1,5
		2	1,3 5,0	2,7 6,7	2,4 6,4	1,7 5,6	1,2 4,4	0,9 3,3	0,6 2,2
		3	2,0 6,3	2,6 6,6	2,0 6,0	1,4 5,0	1,0 3,8	0,7 2,7	0,5 1,7
Сосняк сфагновый	0,6	1	0,4 1,3	1,3 3,0	1,7 3,6	1,3 3,0	0,9 2,3	0,6 1,5	0,4 1,0
		2	0,8 3,3	1,7 5,3	1,5 5,3	1,1 4,4	0,8 3,2	0,5 2,2	0,3 1,4
		3	1,3 4,7	1,7 5,4	1,3 5,0	0,9 3,8	0,6 2,7	0,4 1,8	0,3 1,0

Осушение оказывает сильное воздействие на почву и почвенные процессы. На гидроморфных почвах до осушения процессы почвообразования протекают в условиях высокого положения грунтовых вод. Это благоприятствует развитию преимущественно гидрофитных растений и формированию соответствующих фитоценозов. После осушения грунтовые воды понижаются. На торфяных почвах, характеризующихся высокой порозностью

при значительном количестве крупных пор, приток влаги к верхним горизонтам почвы значительно уменьшается. Улучшается аэрация верхних горизонтов почвы. Увеличивается поступление в почву кислорода. Осушенные земли лучше прогреваются. На осушенных болотах прекращается или замедляется торфообразование и начинается образование почв. Процесс почвообразования происходит медленно, но постоянно.

Таблица 13

Класс бонитета сосны на осушенных болотах  
в зависимости от зольности торфа и широты местности

Зона Карелии, градус широты	Зольность торфа, %					
	6	5–6	4–5	2,5–3,5	2,0–2,5	2
Южная 60°30' – 63°	I	I	II	III	IV–V	V–Va
Средняя 63° – 64°	II	II–III	III	IV	V	–
Северная 64°30' – 37°	III	III–IV	IV	V	Va	–

На развитых верховых болотах до осушения почвенного горизонта нет. Исследования на осушенных верховых болотах показали начало формирования почвенного горизонта через 10–15 лет после осушения. С появлением древостоя за счет опада древесных растений образуется лесная подстилка и формируется грубогумусный горизонт. Исследования в сосновых насаждениях на осушенных верховых болотах через 25 лет после осушения выявили наличие почвенного горизонта и лесной подстилки мощностью до 5 см. На болотах в Лисино через 130–140 лет после осушения сформировались перегнойно-глеевые почвы, т.е. типичные почвы лесов таежной зоны. Мощность почвенного горизонта достигла 30–40 см. Грунтовые воды летом понижаются до глубины 50–60 см. Характерным для осушенных торфяных почв является почти полное отсутствие кислорода в грунтовых водах и высокое содержание углекислоты в почвенном воздухе. Концентрация CO<sub>2</sub> увеличивается по мере увеличения степени разложения торфа. На осушенных переходных болотах концентрация CO<sub>2</sub> в слое 0–10 см достигла 3–5 %, увеличиваясь с глубиной до 5–7 % и более. Высокие концентрации CO<sub>2</sub> являются показателем активной микробиологической деятельности в почве и следствием ее недостаточной аэрации из-за высокой влажности и малой порозности аэрации. Эдафические условия оказывают определяющее влияние на возникновение и формирование древостоя.

Естественное возобновление леса на избыточно увлажненных и заболоченных землях часто происходит неудовлетворительно. Это объясняется избытком воды, приводящей к загниванию семян и вымоканию всходов. Существенной причиной гибели семян на болотах является слабая насыщенность болотной воды кислородом. В наших опытах для выявления кислорода на изменение всхожести семян в грунт верхового болота на глубину

10 и 25 см были заложены пробы семян сосны. Среднее содержание кислорода в воде на глубине 10 см составляло 0,51 мг/л (5–6 % от нормы), на глубине 25 см кислород не содержался. Всхожесть семян через 16 дней опыта составляла 63–58 %, через 32 дня – 42 и 37 %, через 45 дней из семян, хранившихся на глубине 10 см, всхожих было 33 %, на глубине 25 см – 16 %. Г.Е. Пятецким установлено, что снижение всхожести происходит быстрее при повышенных температурах, поскольку с повышением температуры снижается растворимость кислорода в воде и увеличивается его потребление на микробиологические процессы.

Неудовлетворительно происходит и развитие всходов на болотах. Опытные посевы на верховом болоте показали, что всхожесть семян сосны достигает 95–98 %. Однако к середине вегетационного периода по мере понижения грунтовых вод происходит иссушение верхнего слоя торфа и вследствие слабого капиллярного подъема влаги всходы погибают. Всходы сохраняются только в сырые годы.

Гибели всходов способствует и рост сфагновых мхов. Установлено, что при посевах сосны нарастание сфагнумов в высоту по 0,5 см в год в течение 3 лет вызывает гибель 60 % сеянцев, а при нарастании со скоростью 3–5 см в год погибает за этот же период 98 % сеянцев.

Гидромелиорация болот ускоряет возобновление леса, прежде всего, вследствие понижения грунтовых вод. Положительное влияние гидромелиорации объясняется уплотнением торфа при его осадке после отвода воды, что усиливает капиллярный подъем влаги к поверхности почвы. Обследования естественного возобновления и роста молодняка на безлесном верховом болоте через 12 лет после осушения показали, что здесь в среднем на 1 га насчитывалось 112 экземпляров сосны и 154 березы. На богатых переходных болотах происходит интенсивнее естественное возобновление. Например, в Тосненском лесничестве при обследовании вырубки на переходном болоте в 1970 г. не было всходов. Обследованием 1976 г. установлено 6–7 тыс. экземпляров сосны на 1 га и 5–6 тыс. березы. Рубка ухода (осветление), проведенная в 1976 г., обеспечила здесь формирование сомкнутого соснового древостоя.

При оценке лесоводственной эффективности осушения обычно используется прирост по запасу. Он является интегральным и наиболее эффективным критерием, учитывающим все факторы, влияющие на осушение.

При обеспечении нормы осушения в течение вегетации, правильном выборе объектов с учетом их таксационной структуры результаты осушения всегда оказываются положительными. Это доказано исследованиями во многих регионах страны: Карелии (Медведева, 1985; Пьявченко, Сабо, 1962; Пятецкий, Морозова, 1968; Медведева, Матюшкин, 1983), Латвии (Буш, 1961, 1968; Залитис, 1985), Литве (Капустинская и др., 1977), Эстонии (Смоляк, 1969; Поджаров, 1985), Марийской АССР (Турецких, Бармин, 1986; Шведов, Шведова, 1986), Западной Сибири (Глебов и др., 1973;

1983), а также в Ленинградской (Елпатьевский, 1949, 1957, 1964; Бабинов, Тимофеев, 1979; Вейнерт и др., 1985; Красильников и др., 1985), Архангельской, Вологодской (Сабо, 1966; Артемьев и др., 1983; Артемьев, Тараканов, 1985; Дружинин, Юричев, 1985; Левашов, Васильев, 1985; Тимофеев, 1985), Рязанской (Гиряев и др., 1986), Ивановской, Костромской (Письмеров и др., 1986) и Кировской (Иванов, 1974) областях.

Проведенными исследованиями доказано, что сосновые и еловые древостои наибольшую эффективность осушения имеют в молодом возрасте, когда дополнительный их прирост по запасу составляет от 1–3 до 7–8 м<sup>3</sup>/га. При большом возрасте древостоев эффективность осушения значительно снижается. Установлено, что положительная реакция на осушение сохраняется у сосновых древостоев до 100–120, а еловых – до 120–150 лет. Отмечается также, что прирост древостоев в приканавных полосах на 30–60 % выше, чем у древостоев по середине межканавных полос. Кульминация линейных приростов, как правило, наступает во втором, а объемных – во втором и третьем десятилетиях после осушения.

Как показали исследования, и на Урале (Чиндяев, Деменив, 1989; Чиндяев, 1995) осушение лесов, и здесь характеризуется высокой лесоводственной эффективностью. Они быстро адаптируются к лесорастительным условиям, которые изменились в связи с осушением и начинают расти более успешно.

Так сосновые древостои (табл. 14) за первое пятилетие осушения увеличивают прирост по запасу по сравнению с пятилетием до осушения в 1,28 раза, а по сравнению с контролем – в 1,31 раза. Иначе говоря, в течение первого пятилетия осушения сосновые древостои не только успешно адаптировались, но и в 1,3 раза увеличили прирост по запасу. И во второе пятилетие осушения продолжалось довольно резкое увеличение прироста по запасу. Он по сравнению с первым пятилетием осушения увеличился в 1,7 раза, а по сравнению с контролем – в 2,3 раза.

Таким образом, первое десятилетие осушения показало высокую лесоводственную эффективность осушения болотных сосняков. Это подтверждает высокий дополнительный прирост, который за второе пятилетие осушения достиг 4,1 м<sup>3</sup>/га в год.

Не менее активно реагируют на осушение еловые древостои (табл. 15). Они за первое пятилетие увеличили прирост по запасу более чем в 2 раза. Во второе пятилетие темпы формирования прироста остаются довольно высокими и составляют 144 %. В третье пятилетие осушения произошло резкое снижение прироста. Это было обусловлено не только неблагоприятными климатическими условиями, что подтверждается снижением прироста контрольных древостоев до 79 %, но и во многом другим отсутствием ремонта каналов. Несмотря на это, прирост по запасу за это пятилетие увеличился в 1,9 раза и составил 4,56 м<sup>3</sup>/га, а дополнительный прирост достиг 2,21 м<sup>3</sup>/га.



Таблица 14

## Динамика прироста по запасу древостоев сосны после осушения

Номер ППП	Средний периодический прирост по запасу, м <sup>3</sup> /га							Дополнительный прирост по запасу, м <sup>3</sup> /га	
	за пяти- летие до осушения	за первое пятилетие до осу- шения	отношение, %		за второе пятилетие осушения	отношение, %		за первое пятилетие осушения	за второе пятилетие осушения
			к перио- ду до осушения	к контро- лю		к первому пятилетию	к контро- лю		
Кс	2,10	2,47	118	0	2,39	97	0	0	0
4	2,48	3,34	135	135	5,33	160	223	1,87	3,94
5	2,39	2,69	113	110	4,79	178	200	1,22	3,40
8	2,69	3,68	137	149	6,34	172	265	2,21	4,95
Среднее	2,52	3,24	128	131	5,49	170	230	1,77	4,10

Таблица 15

## Динамика прироста по запасу древостоев ели после осушения

Номер ПП	Прирост за пяти- летие до осуше- ния, м <sup>3</sup> /га	Средний периодический прирост по запасу после осушения, м <sup>3</sup> /га									Дополнительный прирост, м <sup>3</sup> /га		
		к пер- вому пя- тиле- тию	отношение, %		за вто- рое пяти- летие	отношение, %		за третье пяти- летие	отношение, %		за первое пяти- летие	за второе пяти- летие	за третье пяти- летие
			к пя- тиле- тию до осу- шения	к конт- ролю		к пер- вому пяти- летию до осу- шения	к конт- ролю		ко вто- рому пяти- летию до осуше- ния	к конт- ролю			
Ке	2,82	2,68	95	—	2,97	111	—	2,35	79	—	—	—	—
1	2,65	6,43	243	240	8,18	127	275	5,17	63	220	3,75	5,20	2,82
7	2,57	4,89	190	186	7,90	162	266	3,98	50	169	2,21	4,93	1,63
9	2,46	6,22	253	2321	8,83	142	297	4,54	51	193	3,54	5,86	2,19
Сред- нее	2,63	5,85	229	219	8,30	144	279	4,56	55	194	3,17	5,33	2,21

При анализе гидромелиоративного фонда для определения очередности осушения необходимо знать ожидаемую лесоводственную эффективность и прежде всего величину прироста до проведения осушительных работ. Величина прироста определяется условиями местопроизрастания. Разработана шкала отзывчивости древостоя на осушение в зависимости от прироста. В настоящее время разработана и применяется шкала отзывчивости на осушение сосновых древостоев (табл. 16).

Таблица 16

Шкала отзывчивости сосновых лесов на осушение

Группа типов леса	Тип леса	Класс бонитета		Текущий дополнительный прирост	Группа эффективности
		до осушения	после осушения		
Низинный тип заболачивания					
Болотно-травяная	Осоково-болотно-разнотравный	IV	I	4–8	I
	Травяно-сфагновый	IV–V	V–III	2–3	II
	Осоково-тростниковый	II,5	II–I	0,5–1,5	IV
Долгомошниково-сфагновая	Сфагново-долгомошниковый	V	II	3–4	I
	Осоково-болотно-травяной	IV	II	2–4	I–II
Переходный тип заболачивания					
Осоково-сфагновая	Осоково-сфагновый и тростниково-сфагновый	V	II	3–4	I
Верховой тип заболачивания					
Долгомошниковая	Чернично-долгомошниковый	II–III	1,5–II	0,5–1,5	IV
	Сфагново-долгомошниковый	IV	II–III	1–2	III
Сфагновая	Кустарничково-сфагновый	V–Va	III–IV	1,5–3,0	II–III
Сосна по верховому болоту	Очес до 0,5 м	Vб	Va	Менее 0,5	Ниже IV

Все осушаемые объекты подразделяются на четыре группы. К I группе относятся объекты с высокими результатами осушения. Здесь после гидромелиорации можно выращивать древостои I–II классов бонитета.

К объектам II группы относятся участки, осушение которых обеспечивает рост леса по II–III классам бонитета. На объектах III группы бонитет может повышаться до IV класса. Объекты IV группы малоэффективны и осушаются главным образом в целях предупреждения дальнейшего заболачивания особенно в зеленых зонах или для улучшения условий естественного лесовозобновления. К осушению в лесоводственных целях следует назначить участки, относящиеся в основном к I и II группам эффективно-сти.

Осушение переувлажненных земель следует рассматривать как начальную стадию их освоения. Осушаемые земли значительно различаются по характеру древесной растительности. В плане повышения лесоводственной эффективности осушения возможны два основных направления хозяйственного освоения осушенных земель: 1) формирование естественно возникших древостоев; 2) создание искусственных насаждений путем посадки или посева леса.

**Освоение древостоев естественного происхождения.** При наличии на осушаемых территориях перспективных древостоев целесообразно новые древостои формировать за счет естественных. Спелые и перестойные древостои с запасом ликвидной древесины  $40 \text{ м}^3/\text{га}$  и более рекомендуется вырубать до осушения с последующим естественным или искусственным облесением. В разновозрастных древостоях с запасом спелых и перестойных древостоев не менее  $40 \text{ м}^3/\text{га}$  целесообразна рубка старых деревьев с последующим лесовозобновлением за счет подроста. Исследования Санкт-Петербургской Лесотехнической академии показали, что рубка старых деревьев в разновозрастном древостое значительно улучшает естественное возобновление. В благоприятных условиях за счет подроста может сформироваться высокобонитетный древостой. На осушенном в 1841 г. болоте Суланда запас древостоя в настоящее время достигает более  $500 \text{ м}^3/\text{га}$ . Участки с малоценными древостоями требуют лесокультурного освоения.

**Лесокультурное освоение осушенных земель. Подготовка территории.** Избыток влаги на болотных почвах затрудняет аэрацию. В этих почвах постоянно отмечается недостаток кислорода. Для обеспечения нормальной микробиологической активности и улучшения условий других почвенных процессов, а следовательно и роста растений, необходимо регулирование водного режима избыточно увлажненных болотных почв. Для этого необходимо устройство осушительной сети в виде открытых каналов.

Обработку почвы на болотах проводят с целью создания микроповышений в виде пластов, используемых для посадки или посева культур. Целесообразность создания на болотах искусственных микроповышений пластов обоснована многочисленными исследованиями.

Пласты нужно обязательно создавать на низинных, переходных и кустарниково-сфагновых верховых болотах. Образующиеся при создании пластов борозды (канавки) можно использовать для дополнительного дренирования почвы, если вывести их в осушительную сеть. Культуры, созданные по пластам, почти не требуют прополок, так как травянистая растительность здесь появляется медленно.

Для устройства борозд (канавок) необходимо применение тяжелых орудий с тракторами болотной модификации. Исследования показали, что наиболее пригодны для обработки почвы плуг-канавокопатель ПКЛН-500 и навесной канавокопатель ЛКН-600. На интенсивно осушенных болотах возможно применение плуга ПЛП-135. На низинных, хорошо осушенных болотах можно использовать двухотвальный плуг ПКЛ-70.

Расстояние между бороздами, полученное на основе анализа исследованных производственных культур в лесхозах Ленинградской области, должно составлять 4–5 м. Такое размещение борозд обеспечивает смыкание рядов культур сосны, созданных по пластам к 8–10 годам.

На безлесных сфагновых верховых болотах подготовку борозд и пластов можно не проводить. Культуры здесь сажают без подготовки почвы, однако необходимо соответствующее осушение территории, которое считается достаточным, если на середине, между каналами, грунтовые воды понижаются на необходимую для нормального роста древесных растений глубину (табл. 17).

Таблица 17

Глубина грунтовых вод на переходных торфяниках  
в культурах сосны разных классов бонитета (за май – сентябрь)

Возраст	Класс бонитета		
	I	II	III
5	25–30	20–25	–
10	35–40	30–35	20–25
15	40–45	35–40	25–30
30	45–50	40–45	30–35
35	–	40–50	35–40

Уровень грунтовых вод регулируют и лесокультурные борозды. Установлено, что на переходном торфянике при отсутствии осадков борозды глубиной 35–40 см, проведенные через 4 м и выведенные в канаву, могут понижать верховодку на 5–6 см в сутки. Наблюдения показали, что при выпадении 4 мм осадков в сутки фактическое среднесуточное понижение верховодки составляло 1,0–1,5 см. При такой скорости понижения проточные борозды освобождают корнеобитаемый слой от гравитационной влаги за 7–10 дней. Борозды освобождались от воды обычно к концу первой

декады мая. На участках с выводом борозд корни в период вегетации не подтоплялись. При устройстве борозд без вывода в каналы вода в бороздах сохранялась длительное время, а в сырые годы наблюдалась практически в течение всего периода вегетации. Средние уровни грунтовых вод на участках с проточными и непроточными бороздами приведены в табл. 18.

Таблица 18

Влияние борозд на глубину грунтовых вод, см

Торфяник	Борозды	Месяцы					Среднее за май – сентябрь
		V	VI	VII	VIII	IX	
Верховой	Проточные	27	31	41	47	44	33
	Непроточные	10	19	40	41	39	23
Переходный	Проточные	13	29	60	78	70	43
	Непроточные	4	24	52	73	68	36

Из табл. 18 видно, что при выводе борозд в осушительную сеть грунтовые воды на торфяниках понижаются значительно больше, чем на участках с невыведенными бороздами. Особенно большие различия наблюдаются в мае – июне, пока грунтовые воды не опустились ниже дна борозд. При дальнейшем понижении грунтовые воды опускались за счет действия осушительной сети и испарения, поэтому различия в глубинах грунтовых вод на участках с проточными и непроточными водами незначительны.

Культуры, созданные на осушенных торфяниках, характеризуются высокой приживаемостью, обычно достигающей 95–98 %.

Уход за культурами на переходных и верховых торфяниках, как правило, не требуется. Только на богатых торфяниках низинного типа, с хорошо разложившимся торфом, в отдельные годы требуется оправка сеянцев весной после выжимания. Травянистая растительность на пластах обычно появляется не ранее чем через 2–4 года, поэтому культуры «перерастают» ее.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев А.И. Лесоводственное обоснование интенсивности осушения в эксплуатационных лесах Европейского Севера / А.И. Артемьев, А.М. Тараканов, В.Г. Боголепов, Г.А. Мочалова // Повышение продуктивности заболоченных лесов. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. С. 86–92.
2. Артемьев А.И. Изменение лесорастительных условий и продуктивность заболоченных лесов в связи с осушением / А.И. Артемьев, А.М. Тараканов // Эффективность гидrolесомелиорации в Вологодской области и ведение хозяйства в осушенных лесах: тез. докл. Обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 8–9.
3. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение / С.В. Астапов // Гос. изд. с.-х. литературы. М., 1958.
4. Бабилов Б.В. Эффективность осушения лесных земель в Ленинградской области / Б.В. Бабилов, А.И. Тимофеев // Сборник статей по итогам договорных науч.-исслед. работ за 1976–1977 гг. М., 1979. С. 83–89.
5. Буш К.К. Влияние осушительной мелиорации на прирост леса / К.К. Буш // Проблемы повышения продуктивности лесов. М.; Л., 1959. Т. 2. С. 81–94.
6. Буш К.К. Влияние интенсивности осушения на производительность сосняков молиниевых и осоково-тростникового / К.К. Буш // Тр. ин-та лесохоз. проблем и химии древесины АН Латв. ССР. Рига, 1961. Вып. 22. С. 139–151.
7. Буш К.К. Взаимосвязь между продуктивностью древостоя и интенсивностью осушения / К.К. Буш // Вопросы гидrolесомелиорации. Рига, 1968. С. 5–50.
8. Вейнерт А.А. Опыт гидrolесомелиорации в Ленинградской области / А.А. Вейнерт, М.М. Елпатьевский, В.К. Константинов // Эффективность гидrolесомелиорации в Ленинградской области и ведение хозяйства в осушенных лесах: тез. докл. обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 14–16.
9. Вомперский С.Э. Лесовыращивание на осушаемых землях / С.Э. Вомперский // Проблемы повышения продуктивности лесов. Т. 2. Гослесбумиздат. М.; Л., 1959.
10. Вомперский С.Э. О методике наблюдений за почвенно-грунтовыми водами при гидrolесомелиоративных исследованиях / С.Э. Вомперский // Лесн. журн., 1964. № 1. С. 48–52.
11. Вомперский С.Э. Биологические основы эффективности лесосушения / С.Э. Вомперский. М.: Наука, 1968. 312 с.
12. Гиряев Д.М. Эффективность лесосушения / Д.М. Гиряев, М.Д. Гиряев. М.: Агропромиздат, 1986. 113 с.

13. Глебов Ф.З. Лесоводственная эффективность гидrolесомелиорации на Гомском стационаре / Ф.З. Глебов, Л.С. Толейко, Д.А. Зырянов, А.И. Погодина // Комплексная оценка болот и заболоченных лесов в связи с их мелиорацией. Новосибирск, 1973. С. 209–225.
14. Глебов Ф.З. Актуальные вопросы гидrolесомелиорации в Западной Сибири / Ф.З. Глебов, С.П. Ефремов, Т.Т. Ефремова, Л.М. Ускова // Повышение продуктивности заболоченных лесов. Л., 1983. С. 92–98.
15. Дружинин Н.А. Отзывчивость сосновых древостоев разного возраста на осушение / Н.А. Дружинин, Е.Н. Юричев // Эффективность гидrolесомелиорации в Вологодской области и ведение хозяйства в осушенных лесах: тез. докл. обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 9–10.
16. Елпатьевский М.П. Мелиорация заболоченных ельников / М.П. Елпатьевский // Исследования по лесному хозяйству. Л., 1949. С. 281–301.
17. Елпатьевский М.П. Лесная осушительная мелиорация / М.П. Елпатьевский. Л.: Гослесбумиздат, 1957. 121 с.
18. Елпатьевский М.М. Осушение и освоение заболоченных лесных земель / Елпатьевский М.М., Елпатьевский М.П., Константинов В.К. М.: Лесн. пром-сть, 1970. 230 с.
19. Жудра И. Об осушительных мелиорациях в центральных губерниях и о влиянии канализации на лесную растительность / И. Жудра // Лесной журнал. Вып. 1, 1896.
20. Залитис П.П. Основные задачи гидrolесомелиорации в Латвийской ССР / П.П. Залитис // Эффективность гидrolесомелиорации в Вологодской области и ведение хозяйства в осушенных лесах: тез. докл. обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 17.
21. Иванов К.Е. Основы гидрологии болот лесной зоны / К.Е. Иванов. Л.: Гидрометеиздат, 1957. 405 с.
22. Иванов Ю.Н. Влияние гидrolесомелиорации на продуктивность и товарность заболоченных сосняков / Ю.Н. Иванов // Лесное хозяйство. М., 1974. № 9. С. 46–50.
23. Капустинская Т.К. Биологические особенности лесохозяйственного освоения осушенных земель в Литовской ССР / Т.К. Капустинская // Лесное хозяйство. М., 1973. № 5. С. 19–26.
24. Колесников Б.П. Леса Свердловской области / Б.П. Колесников // Леса СССР. Т. 4. М.: Наука, 1969. С. 64–124.
25. Красильников Н.А. Лесоводственная эффективность осушения хвойных древостоев в Ленинградской области / Н.А. Красильников, А.А. Книзе, В.К. Константинов // Лесное хозяйство. М., 1985. № 3. С. 26–29.
26. Левашов В.Г. О лесосушении в Кирилловском лесхозе / В.Г. Левашов, Ю.А. Васильев // Эффективность гидrolесомелиорации в Вологодской области и ведение хозяйства в осушенных лесах: тез. докл. обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 10–11.



27. Медведева В.М. Лесоводственная оценка лесосушения в Карелии [Текст] / В.М. Медведева // Лесное хозяйство, 1961. № 7. С. 19–21.
28. Никонов, М.Н. Происхождение и состав золы торфов лесной зоны [Текст] / М.Н. Никонов // Труды ин-та леса АН СССР. 26. М., 1955.
29. Письмеров А.В. Лесоводственная эффективность гидролесомелиорации в Костромской АССР и ускорение научно-технического прогресса в гидролесомелиорации: Тез. докл. сем.-сов. 5–7 августа 1986 г. Йошкар-Ола, 1986. С. 63–65.
30. Пичугин А.В. Водно-минеральное питание торфяных месторождений / А.В. Пичугин // Труды первого Всесоюзного совещания по химии и генезису твердых горючих ископаемых. М., 1953.
31. Поджаров В.К. Эффективность гидролесомелиорации в Вологодской области и ведение хозяйства в осушенных лесах / В.К. Поджаров // Тез. докл. обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 17–18.
32. Пьявченко Н.И. Лесное болотоведение / Н.И. Пьявченко // Изд. АН СССР. М., 1963. 191 с.
33. Пьявченко Н.И. О типах болот и торфа в болотоведении / Н.И. Пьявченко // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. М.: Наука, 1972.
34. Пьявченко Н.И. Основы гидролесомелиорации / Н.И. Пьявченко, Е.Д. Сабо. М.: Гослесбумиздат, 1962. 381 с.
35. Пятецкий Г.Е. Влияние осушения на плодородие почвы верховых болот и продуктивность леса / Г.Е. Пятецкий, Р.М. Морозова // Лес и почва. Красноярск, 1968. С. 339–347.
36. Пятецкий Г.Е. Научные основы лесосушения заболоченных земель Карельской АССР / Г.Е. Пятецкий. Автореф. дис. ... д-ра т.-х. наук. Л.: ЛТА, 1976.
37. Роде А.А. Методы изучения водного режима почв / А.А. Роде. Изд. АН СССР. М., 1960.
38. Сабо Е.Д. Новое в лесосушении / Е.Д. Сабо. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 200 с.
39. Сабо В.Д. Справочник гидролесомелиоратора / В.Д. Сабо, Ю.Н. Иванов, Д.А. Шатилло. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 200 с.
40. Смоляк Л.Н. Болотные леса и их мелиорация / Л.Н. Смоляк. Минск: Наука и техника, 1969. 208 с.
41. Тимофеев А.Ф. Эффективность осушения лесных земель таежной зоны / А.Ф. Тимофеев // Эффективность гидролесомелиорации в Вологодской области и ведение хозяйства в осушенных лесах: Тез. докл. обл. сов. 6–10 августа 1985 г. Вологда, 1985. С. 12–13.
42. Турецких И.А. Эффективность осушения лесов в Марийской АССР / И.А. Турецких, Г.Е. Бармин // Освоение осушенных земель в Марийской АССР и ускорение научно-технического прогресса в гидролесо-

мелиорации: Тез. докл. сем.-сов. 5–7 августа 1986 г. Йошкар-Ола, 1986. С. 7–10.

43. Чиндяев А.С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала / А.С. Чиндяев. Екатеринбург: УГЛТУ, 1995. 185 с.

44. Чиндяев А.С. Динамика прироста по запасу мелиорированных сосновых и еловых древостоев Среднего Урала / А.С. Чиндяев, Ю.В. Демев // Вклад ученых и специалистов в ускорение научно-технического прогресса химико-лесного комплекса. Свердловск, 1989. С. 89.

45. Шведов Е.И. Влияние осушения на рост сосняков Марийской АССР / Е.И. Шведов, Т.Е. Шведова // Освоение осушенных земель в Марийской АССР и ускорение научно-технического прогресса в гидролесомелиорации: Тез. докл. сем.-сов. 5–7 августа 1986 г. Йошкар-Ола, 1986. С. 23–25.

46. Эркин Г.Л. Влияние осушения на производительность лесов / Г.Л. Эркин. М.: Гослестехиздат, 1934. 200 с.



А.С. Чиндяев

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ  
МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ:  
БОЛОТНЫЕ ЛЕСА И ИХ МЕЛИОРАЦИЯ**

Екатеринбург  
2010